

DIE DISTALE HUMERUS-FRAKTUR
IM KINDESALTER

Nachuntersuchungen nach konservativer
und operativer Behandlung

Dietmar R. Petri

1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549026_0042

Aus der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München
im Dr. von Haunerschen Kinderspital

Direktor : Prof. Dr. W. Ch. Hecker

DIE DISTALE HUMERUS-FRAKTUR IM KINDESALTER

Nachuntersuchungen nach konservativer
und operativer Behandlung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von

Dietmar R. Petri

aus

München

1981

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. J. Engert

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W. Ch. Hecker

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26. November 1981



1.	EINLEITUNG	1
2.	THEMATIK UND ZIELSETZUNG	2
3.	DIE FRAKTUREN DES DISTALEN HUMERUS	3
3.1.	Frakturarten	3
3.2.	Die supracondyläre Fraktur des Humerus	4
3.2.1.	Ätiologie	4
3.2.2.	Häufigkeit	7
3.2.3.	Lokalisation	8
3.2.4.	Therapiemöglichkeiten:	8
3.2.4.1.	Konservative Verfahren	9
3.2.4.2.	Halbkonservative (percutane) Verfahren	12
3.2.4.3.	Operative Verfahren	15
3.2.5.	Komplikationen	16
3.2.5.1.	N. ulnaris / N. radialis / N. medianus	16
3.2.5.2.	Durchblutungsstörungen	19
3.2.5.3.	Sekundäre Komplikationen	19
3.3.	Die Fraktur des Condylus radialis (lat.) humeri	21
3.3.1.	Ätiologie	21
3.3.2.	Häufigkeit	22
3.3.3.	Therapie	22
3.3.4.	Komplikationen	24
3.4.	Die Fraktur des Epicondylus ulnaris (med.) humeri	25
3.4.1.	Ätiologie	25
3.4.2.	Häufigkeit	25
3.4.3.	Therapie	25
3.4.4.	Komplikationen	26
3.5.	Nachbehandlung	27
4.	EIGENE BEHANDLUNGSERGEBNISSE	28
4.1.	Material	28
4.1.1.	Nachversorgung	28
4.2.	Lokalisation	28

	<u>Seite</u>
4.3.	Geschlechtsverteilung 28
4.4.	Verhältnis Schweregrad der Fraktur zum Geschlecht 28
4.5.	Alter zum Zeitpunkt der Fraktur 29
4.6.	Unfallursache 30
4.7.	Häufigkeit der einzelnen Frakturen des distalen Humerus 30
4.8.	Schweregrade (nur supracondyläre F.) 30
4.9.	Therapie 32
4.9.1.	Konservative Methode 32
4.9.2.	Percutane Bohrdrahtosteosynthese 32
4.9.3.	Operative Behandlung 32
4.9.3.1.	Erstversorgung 33
4.9.3.2.	Nachrepositionen 33
4.9.3.3.	Operative Nachversorgung 33
4.9.4.	Zusammenfassung der Behandlungsarten der distalen Humerus-Frakturen 36
4.10.	Komplikationen 37
4.10.1.	Cubitus varus 37
4.10.2.	Cubitus valgus 37
4.10.3.	Pseudarthrose 37
4.10.4.	Drehfehler / Rotationsfehler 38
4.11.	Nervenläsionen 39
4.11.1.	Ursachen der Nervenläsionen 40
4.11.1.1.	Primäre Funktionsausfälle 40
4.11.1.2.	Sekundäre Funktionsausfälle 41
4.11.1.3.	Nachversorgung 41
4.11.2.	Lysis und Verlagerung 41
4.12.	Gefäßverletzungen 42
4.13.	Komplikationen (konserv. Behandlung) 42
4.14.	Komplikationen (percutane Fixierung) 43
4.15.	Komplikationen (offene Reposition) 43
4.16.	Komplikationsrate und Schweregrad der Fraktur 43
4.17.	Nachbehandlung 44
5.	FRÜHERE NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 45
5.1.	Einleitung 45

Seite

5.2.	Anzahl der Frakturen	45
5.3.	Alter, Geschlecht, Lokalisation, Genese der Fraktur	45
5.4.	Häufigkeit der einzelnen Frakturarten des distalen Humerus	46
5.5.	Schweregrad	46
5.6.	Therapie	47
5.7.	Cubitus varus, Cubitus valgus	49
5.8.	Pseudarthrose	50
5.9.	Nervenläsionen und Neurolyse	50
5.10.	Gefäßverletzungen	51
5.11.	Nachbehandlung	51
6.	DISKUSSION	52
7.	ZUSAMMENFASSUNG	64
8.	LITERATURVERZEICHNIS	67
9.	LEBENS LAUF	74

1.

EINLEITUNG

Mit ca. 16-22 % nach Konradt, Braunsdorf, Waldschmidt (1976) gehören die distalen Humerus-Frakturen zu den häufigsten Extremitätenverletzungen im Kindesalter. Dabei stellt die Fraktur des Humerusendes keine einheitliche Bruchform dar, sondern es ist zwischen den supracondylären und den Frakturen des Condylus radialis bzw. ulnaris zu unterscheiden. Mit einem Anteil von ca. 2/3 stellt die Fractura supracondylica humeri die bei weitem größte Gruppe in diesem Kollektiv und kann als ausgesprochen typische Fraktur des Kindes gelten. Ihre Bedeutung in der Literatur haben die distalen Humerus-Frakturen durch ihre zahlreichen und gefürchteten Komplikationen erlangt, die bis zur Verkrüppelung und zum völligen Funktionsverlust des Armes reichen. Die Behandlung dieser Fraktur wirft auch heute noch Probleme auf, die durch die ungünstigen anatomischen Verhältnisse mit drei gelenkbildenden Skelettanteilen und mit der nahen Beziehung von Knochen, Gefäßen und Nerven bedingt sind. Die Wege, die bei der Therapie dieser Brüche eingeschlagen werden, sind uneinheitlich und haben eine unübersehbar große Zahl von Publikationen nach sich gezogen.

2.

THEMATIK UND ZIELSETZUNG

Bis zum Jahre 1969 wurden in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München die distalen Humerus-Frakturen vorwiegend, die supracondylären ausschließlich konservativ behandelt. Die Nachuntersuchungsergebnisse wurden von *Dentler* mitgeteilt. Seit dem Jahre 1970 werden drei verschiedene Therapiearten angewandt:

1. die konservative, d.h. Reposition und Gipsfixierung
2. die percutane Bohrdrahtosteosynthese nach Reposition, und
3. die offene Reposition mit Kirschnerdraht-Fixation.

Die Nachuntersuchungen bis zum Jahre 1974 wurden von *Reiser* vorgenommen und ausgewertet.

Ziel dieser Arbeit war es, die Behandlungsergebnisse der Patienten mit distalen Humerus-Frakturen, die in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München in den Jahren 1975-78 behandelt wurden, auszuwerten und mit denen anderer Autoren - insbesondere *Dentler* und *Reiser* - soweit möglich, zu vergleichen. Dabei erschien es sinnvoll, die Ergebnisse neben der Einteilung in Frakturtypen auch den 3 angewandten Behandlungsarten zuzuordnen, um nach Möglichkeit zu einer Aussage über die für diese Bruchform günstigste Therapie zu gelangen. Besonderes Augenmerk wurde auf die Nervenläsionen bei den distalen Humerus-Frakturen gelegt.

3. DIE FRAKTUREN DES DISTALEN HUMERUS

3.1. Frakturarten

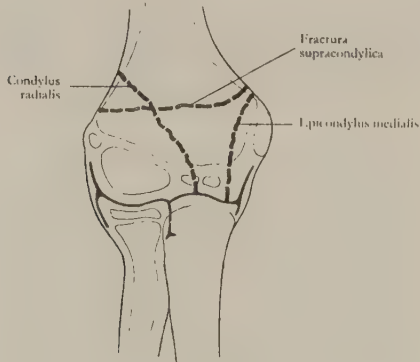
Unter den distalen Humerus-Frakturen sind eine Vielzahl von Einzelbrüchen zusammengefaßt, die nach anatomisch-pathologischen Gesichtspunkten in folgende Frakturarten unterteilt werden:

1. Supracondyläre Humerus-Frakturen
2. Frakturen des Condylus radialis (lat.) humeri
3. Frakturen des Epicondylus radialis (lat.) humeri
4. Frakturen des Condylus ulnaris (med.) humeri
3. Frakturen des Epicondylus ulnaris (med.) humeri
6. Splitter- und Trümmerfrakturen des distalen Humerus
7. Y- und T-Frakturen des distalen Humerus
8. Frakturen des Capitulum und der Trochlea humeri.

Bei den supracondylären Humerus-Frakturen ist eine weitergehende Differenzierung zwischen per-, dia- und transcondylären Brüchen im Kindesalter wenig sinnvoll, da infolge der Kleinheit der Verhältnisse die Bruchlinien nur wenige Millimeter auseinanderliegen und sich in der Therapie kaum wesentliche Unterschiede ergeben. (Blount 1957, Morger 1965, Helbig 1974).

Splitter- und Trümmerfrakturen, Y- und T-förmige Frakturen sowie Frakturen des Capitulum und der Trochlea humeri sind vorwiegend Bruchformen des Erwachsenenalters und treten beim Kind nur in den seltensten Fällen auf. (Baumann 1965, Blount 1957 u.a.).

Frakturen des Condylus ulnaris (med.) und Epicondylus radialis (lat.) sind ebenfalls nur sehr selten zu finden, da sie nach **Baumann** einer direkten Gewalt-
einwirkung auf die Condylen bedürfen.



Schema der typischen Brüche des distalen Humerus
die häufigsten Frakturen im Kindesalter (nach **Baumann**)

3.2. Die supracondyläre Fraktur des Humerus

3.2.1. Ätiologie

Bei den supracondylären Frakturen findet sich je nach Gewalteinwirkung ein charakteristischer Bruchlinienverlauf, der die Bruchformen in einen Extensions- und Flexionstyp unterscheidet.

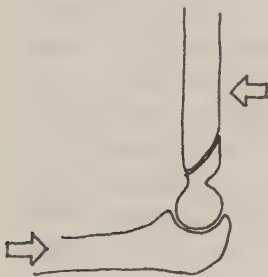
Die beiden Begriffe gehen auf experimentelle Arbeiten von **Kocher (1896)** zurück, der durch Hyperextension bzw.

Hyperflexion bei Fixierung des distalen Humerus-
endes diese Frakturformen erzeugen konnte. Dabei
verläuft bei der Extensionsfraktur die Bruchfläche
von vorn unten nach hinten oben, bei der Flexions-
fraktur dagegen von hinten unten nach vorn oben.

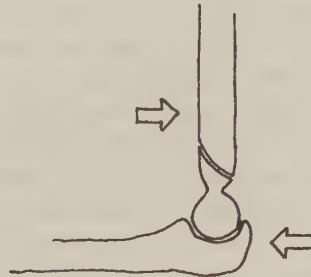
Baumann (1965) allerdings vertritt die Meinung,
daß die experimentell von *Kocher* erzeugten Frakturen
bei dem wirklichen Unfallgeschehen eher die Ausnahme
bilden.

Er führt die Ursache der Frakturen eher auf einen
Schub oder eine Abscherung durch zwei entgegengesetzte
parallele Kräfte, die sich nicht genau gegenüber-
stehen, zurück (s. Zeichnung).

Gewalteinwirkung und Fraktur

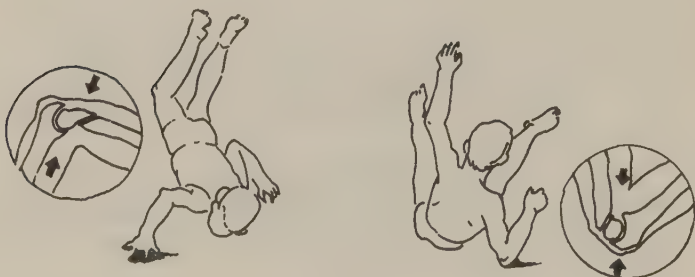


Fractura supracondylica
durch Schubkraft
Sturz auf Hand und Arm
vorwärts
Extensionsfraktur
(nach *Baumann*)



Fractura supracondylica
Sturz rücklings auf Ell-
bogen
Flexionsfraktur
(nach *Baumann*)

Die Kinder stürzen entweder aus dem Lauf heraus mit gebeugtem Ellbogen auf die vorgestreckte Hand oder rücklings auf den Ellbogen. (s. Zeichnung)



Zeichnung nach Reiser

Bei der Extensionsfraktur rutscht der Humerusschaft mit dem meist scharfkantigen proximalen Bruchende entsprechend der schrägen Bruchfläche in die Ellenbeuge ab. Daher wird oft der M. brachialis durchtrennt und es besteht Gefahr der Verletzung der A. brachialis und des N. medianus. Das kurze distale Bruchstück kippt nach hinten, meist mit Verdrehung und Achsknickung durch Drehung des Vorderarmes. Durch Verkürzen des Knochens infolge des Muskeltonus entstehen oft Verschiebungen des proximalen Anteils zur Seite mit Verletzungsgefahr des N. radialis.

Bei den Flexionsfrakturen verhält es sich entgegengesetzt, der Humerusschaft gleitet nach dorsal ab.

Blount (1957) weist auf eine praktische Konsequenz hin, die sich aus den beiden Bruchformen ergibt:

Die Extensionsfraktur läßt sich besser in Beugestellung des Ellbogengelenks fixieren, da die schrägen Bruchenden dabei aufeinandergepreßt werden, während die Flexionsfraktur in maximaler Streckstellung einen besseren Fragmentstand gewährleistet.

Die Flexionsfrakturen machen zahlenmäßig aber nur je nach Autor zwischen null und zehn Prozent aus: *Schmelzeisen* (1965) 0%, *Blount* (1957) und *Morger* (1965) 1%, *Cotta* (1979) 4,5%, *Vollmar* (1978) 5%, *Baumann* (1965) unter 10%.

3.2.2. Häufigkeit

Die supracondyläre Fraktur ist die häufigste unter den distalen Humerus-Frakturen im Kindesalter. Sie macht nach *Feldkamp* (1976) 80%, nach *Izadpanah* (1973) 68%, nach *Draenert* (1976) 64%, nach *Blount* (1957) ca. 60%, nach *Baumann* (1965) allerdings nur 30% aller Ellbogenfrakturen aus.

Lubinus (1924), *Teutsch* und *Schmidt* (1967) beschäftigten sich mit der Frage, warum diese Fraktur so typisch für das Kindesalter ist und bei Erwachsenen doch relativ selten auftritt; *Baumann* (1965) 5%.

Sie führten dies darauf zurück, daß beim Kind die Gelenkkapsel eine wesentlich höhere Festigkeit aufweist als der relativ weiche Knochen.

Teutsch und *Schmidt* nannten als weiteren Grund den an der Bruchstelle geringen und deshalb am meisten gefährdeten Querschnitt des Humerus. Dies widerlegte *Lubinus* bereits 1924 mit Messungen des Humerusquerschnittes bei Kindern zwischen 7 und 8 Jahren, der an der Frakturstelle wesentlich größer ist als oberhalb.

3.2.3. Lokalisation

Von allen Autoren, die über die supracondylären Humerus-Frakturen berichten, wird übereinstimmend die deutliche Bevorzugung des linken Armes bei der Fraktur berichtet und meist mit über 60% angegeben:

Vollmar 1978, Cotta 1979, Feldkamp 1976, Schmelzeisen 1975 u.a.

das heißt, daß die linke Seite benahe doppelt so häufig betroffen ist wie die rechte.

Baumann (1965) gibt dazu folgende Erklärung, der man sich allgemein angeschlossen hat:

"Der rechte Arm wird mehr zum Angriff auf Arbeit und Feind, der linke zum Schutz bei Sturz und als Schild benutzt."

3.2.4. Therapiemöglichkeiten

In der Behandlung der supracondylären Frakturen gibt es trotz ihres gehäuften Auftretens im Kindesalter kein einheitliches Vorgehen. Selbst prinzipiell gleiche Behandlungsverfahren werden im Hinblick auf die besonderen Probleme vielfach modifiziert. Jede Klinik setzt dabei je nach Erfahrung und Möglichkeiten unterschiedliche Schwerpunkte in der Therapie. Grundsätzlich lassen sich 3 Behandlungsmethoden unterscheiden:
die konservative, die halbkonservative (percutane) und die operative Behandlung.

3.2.4.1. Konservative Verfahren:

1. Oberarmgips oder Gipsschienenverband
2. Schulterarmgips oder Thoraxarmgips
3. Reposition und Retention im collar-cuff (*Blount*)
4. Extension-Abduktionsschiene (*Kamprath*)
5. Extension im Pflasterzug mit Gegenzug (*Dunlop*)

Der G i p s v e r b a n d, dessen Vorteil im rein konservativen Vorgehen liegt, kann bei den Fissuren und unverschobenen Frakturen als Therapie der Wahl bezeichnet werden. Darin sind sich alle Autoren einig, wogegen bei den dislozierten Brüchen der Einsatz der Gipsbehandlung unterschiedlich weit gestellt wird. Folgende Extrembeispiele mögen dies belegen:

Während *Draenert et al. (1976)* dazu übergegangen sind, selbst alle nicht dislozierten supracondylären kindlichen Frakturen primär percutan zu spicken und *Feldkamp et al. (1976)* zu 70% operativ therapieren aufgrund der großen Anzahl von Fehlstellungen, geht *Ekesparre (1976)* soweit als nur möglich konservativ vor (collar-cuff nach *Blount*).

Die Reposition selbst der verschobenen Brüche kann als relativ einfach bezeichnet werden und gelingt fast immer. (*Morger 1965, Cotta 1979 u.a.*). Sie sollte so schnell wie möglich vorgenommen werden, da die Bedingungen für eine Reposition durch zunehmende Schwellung der Weichteile schlechter werden. In der Regel ist eine Intubationsnarkose erforderlich, da die Kinder selten nüchtern sind. Die Reposition der Extensionsfraktur erfolgt unter Bildwandlerkontrolle in Mittelstellung der Gelenke, da dabei die Summe der Spannung der beteiligten Muskeln am geringsten ist. (*Baumann*).

Anschließend wird der Arm mit einem der genannten Gipsverbände fixiert. Zwei Auffassungen stehen sich gegenüber, nämlich die Fixation in spitzwinkliger Beugung (*Morger 1965, Blount 1957, u.a.*) und der Oberarmgips im rechten Winkel bei (mittlerer) Pronation des Vorderarmes (*Böhler 1961, Baumann 1965 u.a.*). Bei der ersteren ist die Gefahr der Durchblutungsstörung sehr groß, wenn auch *Morger (1965)* berichtet, keinen Gips wegen Ischämie oder Nervenstörungen habe aufschneiden müssen. Obwohl diese Stellung gerade wegen der guten Retention der Bruchstücke gewählt wird, gibt *Morger (1965)* an, daß einige Nachrepositionen wegen Parallelverschiebungen des kurzen körperfernen Fragments nach rückwärts notwendig wurden.

Bei der rechtwinkligen Fixierung (der Gips ist unmittelbar nach der Erhärtung zu spalten! *Böhler 1961, Baumann 1965*) ist trotz der Pronation oft eine Drehverschiebung des distalen Bruchstückes durch den Muskeltonus nicht vermeidbar und Wegbereiter des Cubitus varus.

Um diesem Dilemma zu entgehen, bevorzugen einige Autoren den *T h o r a x - A r m - G i p s* bei 70° Abduktion und 30° Anteversion im Schultergelenk bei rechtwinkliger Beugung des Ellbogengelenks und für den Ausgleich der Achsenknickung notwendigen Pronation des Unterarmes. (*Matzen 1959, Compère 1966, Cotta 1979, Mittelmeier 1967*).

Bei der *Kamprath-S c h i e n e* wird der Arm ebenfalls in Abduktion gebracht und auf einer Kramerschiene befestigt. Infolge der Gefahr von Druck-

nekrosen und der mangelnden Stabilität ist man heute fast ganz von diesem Verfahren abgekommen.

Der *Blount'sche Verband* fixiert den Arm nach der Reposition ebenfalls in spitzwinkliger Stellung, aber dies geschieht ohne Verband nur durch eine Hals-Handgelenk-Schlinge (collar and cuff). Zirkulationsstörungen sind so leichter zu erkennen und mit einer Verminderung der Beugung des Ellbogens um 20° - 25° zu beheben.

Bessert sich die Durchblutung nicht oder ist eine Reposition infolge starker Schwellung nicht mehr möglich, wendet *Blount* die *Dunlop'sche* Extension an. Dabei wird der Ellbogen in einer Beugestellung von 110° - 120° extendiert, um die Blutzirkulation und die Frakturstellung zu sichern.

Unter den Befürwortern der *Blount'schen* Methode sind *Hüetlin (1976)*, *Ekesparre (1976)*, *Izadpanah (1973* in modifizierter Art) u.a., aber von zahlreichen Autoren wird dieses Verfahren wegen der genannten Gefahren und der mangelnden Rotationsfestigkeit abgelehnt. (*Baumann 1965*, *Vollmar 1978*, *Böhler 1961*, u.a.).

Bei allen genannten Verfahren zur Fixierung der Fraktur sollte das Kind besonders in den ersten Stunden und über mindestens 24 Stunden ständig überwacht werden, um Zeichen von Zirkulations- und Nervenstörungen rechtzeitig erkennen und therapieren zu können, da eine Ischämie schon nach 2 Stunden zu irreversiblen Schäden führen kann.

3.2.4.2. Halbkonservative (percutane) Verfahren

1. Drahtextensionsbehandlung im overhead (Baumann)
2. Drahtextension an Humerus und Ulna (Ekesparre)
3. Percutane Bohrdrahtosteosynthese (Böhler)

Baumann (1965) bezeichnet die V e r t i k a l - e x t e n s i o n in stabiler Gleichgewichtslage als die Therapie der Wahl bei den supracondylären Humerus-Frakturen. Sie wird von vielen Autoren angewandt (Vollmar 1976, Kapral 1978, Wessely 1978, Rehn 1974, Jahna 1973, u.a.) und ist gleichermaßen für Extensions- und Flexionsfrakturen geeignet. Nach Reposition wird in den senkrecht nach oben gerichteten Arm, 3-4 cm von der Spitze des Olecranon entfernt, ein Kirschnerdraht durch die Ulna gebohrt. Über einen Bügel wird der Humerus durch einen langen Vertikalzug extendiert. Der Vorderarm wird bei gebeugtem Ellbogengelenk durch eine Pflasterextension in horizontaler Lage gehalten. Eine breite Manschette um den Oberarm überträgt den Gegenzug. Lange Züge sind wichtig, da sie die Stellung der Fraktur bei Bewegungen des Kindes im Schultergelenk gewährleisten. Diese Vertikalextension bleibt gewöhnlich 3 Wochen am Patienten.

Ekesparre hat die Baumann'sche Methode modifiziert und wendet sie für extrem dislozierte und schlecht reponierbare Frakturen (Weichteilschwellung, Hämatom) an. Anstelle des Kirschnerdrahtes wird ein pfeilförmiger Nagel mit Öse von dorsal in die Markhöhle des Olecranon eingeschlagen, um 90° gedreht und damit arretiert. Ein zweiter Nagel für das Humerusfragment wird dicht oberhalb der Fraktur anstelle der Oberarmmanschette angebracht. Der Nagel im Oberarm vermeidet

die Unannehmlichkeit des Rutschens des Kirschner-nagels in der Ulna, den zweiten Nagel im Humerus hält *Baumann* allerdings für unnötig.

Der Vorteil der Extension gegenüber den Gipsverbänden liegt in der bequemen Möglichkeit zur nachträglichen Korrektur der Fragmentstellung und daß keine Durchblutungsprobleme zu befürchten sind. Dies muß allerdings mit einer mindestens 3-wöchigen stationären Behandlung erkaufte werden.

Die *p e r c u t a n e* gekreuzte *B o h r d r a h t - f i x a t i o n* (manche bevorzugen die parallele Spickung), wird heute bis auf wenige Ausnahmen (*Baumann 1965, Blount 1957, Morger 1965, Ekesparre 1976, Huetlin 1976, u.a.*) von allen Autoren praktiziert, wenn auch unterschiedlich oft angewendet. Die am häufigsten angewandte Methode dürfte wohl die 1959 von *J. Böhler* beschriebene gedeckte Bohrdrahtosteo-synthese sein: Hierbei wird nach erfolgter Reposition unter Bildwandlerkontrolle in Spitzwinkelstellung vom Condylus radialis und ulnaris her je ein Kirschner-draht in den distalen Humerus gebohrt. Nach Abtasten der Condylen werden die Bohrdrähte schräg eingesetzt und soweit vorgebohrt, daß sie den Frakturspalt kreuzend die Corticalis der Gegenseite durchstoßen. Bei den seltenen Flexionsfrakturen schießt man die Kirschnerdrähte bei gestrecktem Ellbogengelenk und supiniertem Vorderarm ein. Die Drähte werden gekürzt und subcutan versenkt oder nach außen geleitet. Es ist darauf zu achten, daß die Drähte cranial des Sulcus nervi ulnaris eingeschlossen werden, da sonst unweigerlich der N. ulnaris verletzt wird (*Böhler 1965*). Anschließend wird eine dorsale Gipsschiene angelegt, die nach Wundheilung in einen geschlossenen Oberarm-

gips umgewandelt wird. Nach ca. 3 Wochen werden die Spickdrähte entfernt und der Arm nochmals für 2 Wochen immobilisiert.

Der große Vorteil der percutanen Fixation liegt in der Stabilität der Fragmente, im kurzen stationären Aufenthalt von 2-3 Tagen und dem der offenen Reposition gegenüber geringeren Infektionsrisiko.

v. Laer (1976) berichtet, daß bei Nachuntersuchungen von 50 Fällen, bei denen die "sogenannte" rotationsstabile, gekreuzte, percutane Kirschnerdrahtspickung angewandt wurde, 32% eine Fehlstellung aufwiesen (gegenüber 64% bei den instabilen Verfahren). Er führt dies auf eine falsche Kreuzung der Drähte zurück, die eine gegenseitige Rotation der Fragmente unter Kompression auf der schrägen Frakturebene erlaubte, und der entstandene Cubitus varus oder valgus stets Folge eines Rotationsfehlers ist.

Feldkamp, Daum und Bock (1976) berichten, daß sie die Methode mit gekreuzten Bohrdrähten seit 1964 verlassen haben zugunsten der Fixation mit parallelen Bohrdrähten, die proximal des Olecranon in den gebeugten Humerus eingeschossen werden. Dadurch würde die Gefahr einer Ulnarisschädigung gebannt.

Mittelmeier (1967) verwendet parallele Bohrdrähte, da mit ihnen im allgemeinen eine bessere Stabilität zu erreichen ist als mit gekreuzter Drahtführung.

3.2.4.3. Operative Verfahren

Als absolute Indikation zum operativen Vorgehen bei der supracondylären Humerus-Fraktur gelten die arterielle Durchblutungsstörung, neurologische Ausfälle und die offene Fraktur.

Außerdem wird ein operatives Eingreifen notwendig, wenn die geschlossene Reposition nicht gelingt oder sich nicht halten läßt oder massive Weichteilschwellungen vorliegen.

Dabei werden nach operativer Freilegung der Fraktur die Bruchstücke unter Sicht des Auges reponiert. Verwendung finden dabei ein bis drei Spickdrähte in paralleler oder gekreuzter Führung oder auch die Kombination von Schrauben und Kirschnerdrähten. *Draenert 1976, Feldkamp 1976, Rehn 1974, v. Laer 1978, Burri und Rüter 1978, u.a.).*

Der Vorteil, den die offene Reposition bietet, nämlich die Möglichkeit der exakten Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse und die bessere Abschätzung der Weichteilverletzungen, schlägt sich auch deutlich in den geringeren späteren Komplikationen nieder. Dabei muß natürlich das größere Infektionsrisiko in Kauf genommen werden.

3.2.5. Komplikationen

Ihre Bedeutung in der Literatur haben die supracondylären Humerus-Frakturen gerade durch ihre große Anzahl möglicher Komplikationen erworben. Das liegt im wesentlichen an den anatomisch strukturellen Gegebenheiten der Regio cubiti mit den engen Beziehungen der Gefäße und Nerven zu den knöchernen Anteilen des Ellbogengelenks. Dabei haben wir zwischen Schäden zu unterscheiden, die im Augenblick des Unfalls oder erst während oder nach der Behandlung der Fraktur entstehen. Wichtige primäre Komplikationen sind:

- Nervenverletzungen
- Gefäßverletzungen und Durchblutungsstörungen
- Ischämische Kontraktur

3.2.5.1. Alle 3 Armnerven können durch die Fraktur primär oder sekundär gefährdet sein.

Der N. u l n a r i s ist durch seine geschützte Lage im Sulcus primär seltener von einer Schädigung betroffen. Dafür wird der Nerv sekundär häufig durch Kallusbildung, Narbengewebe und zunehmende Valgusstellung beeinträchtigt. Ulnaris-Schäden können noch Jahre und Jahrzehnte nach dem Frakturereignis auftreten. Die Therapie besteht in der Neurolyse und Verlagerung des Nerven aus dem Sulcus auf die Beuge-seite des Ellbogens

Widersprüchlich dazu äußert *Niederecker (1959)*, daß der N. ulnaris vor allem durch die supracondylären Frakturen infolge seines ungeschützten Verlaufs vornehmlich im Bereich des Ellbogens traumatischen Schädigungen besonders ausgesetzt ist. Über die Spätlähmung des N. ulnaris ist er der gleichen Meinung wie *Baumann*.

Der *N. r a d i a l i s* ist besonders beim Abgleiten des proximalen Bruchstückes nach ulnar durch die scharfe Bruchkante gefährdet. Dabei werden beide Äste betroffen, so daß es zu sensiblen und motorischen Paresen kommen kann, und es entsteht die typische Fallhand (*Baumann*).

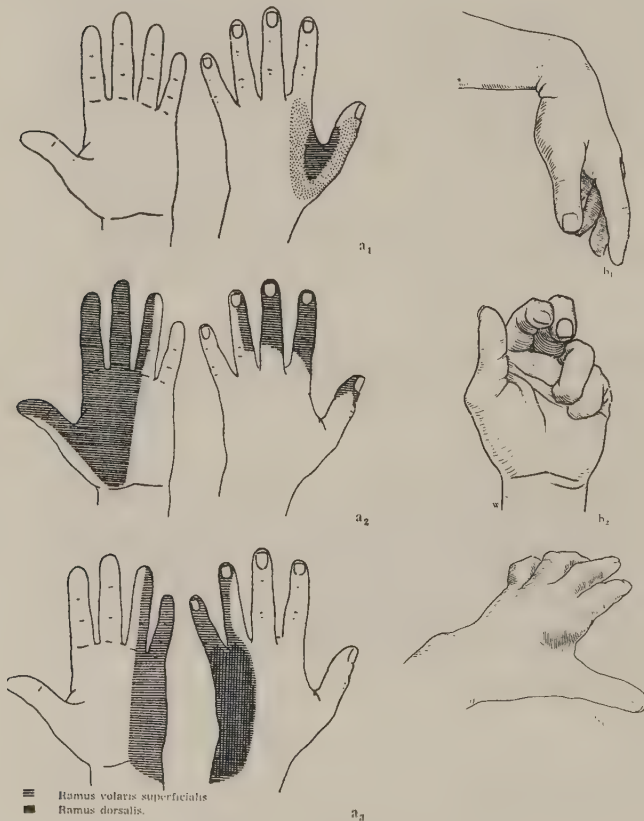
Niederecker (1959) schreibt, daß der Nerv häufiger als andere Armnerven sekundären Schädigungen durch Kalluswucherungen und Knochenfragmente ausgesetzt ist. Ebenso treten Drucklähmungen durch Kallusbildung oder zu fest sitzende Verbände auf, die sich allmählich unter Parästhesien und Schmerzen entwickeln. Bei *N. radialis*-Läsionen ist die Kraft des Handdruckes ziemlich stark herabgesetzt, während die sensiblen Ausfälle meist nicht sehr ausgeprägt sind.

Der *N. m e d i a n u s* ist durch die Extensionsfraktur bedroht, wenn das proximale Bruchende den *M. brachialis* durchbohrt und in die Ellenbeuge vordringt (*Baumann*).

Niederecker (1959) bestätigt, daß Traumen die Hauptursache der *N. medianus*-Schädigungen sind und sogenannte Spätlähmungen bei den supracondylären Frakturen relativ selten auftreten. Im Vordergrund steht bei Lähmungen die Wiederherstellung der Oppositionsfähigkeit des Daumens.

Die primären Läsionen aller 3 Nerven erholen sich meist ohne zusätzliche Maßnahmen kurze Zeit nach der Reposition wieder. (Morger 1965, Mittelmeier 1967, Blount 1957, Baumann 1965, Panitz et al. 1975).

Die typischen Schäden bei Unterbrechung der 3 Nervenstämme am Ellbogen



a) Sensible Ausfälle
a1) Radialis
a2) Medianus
a3) Ulnaris
(nach Baumann)

b) Motorische Ausfälle
b1) Radialis (Fallhand)
b2) Medianus (Schwurhand)
b3) Ulnaris (Krallenhand)

3.2.5.2. Neben einer direkten, traumatischen Verletzung der A. brachialis kommen noch folgende Ursachen für Durchblutungsstörungen in Betracht:

- subfasciales Hämatom mit Kompression der A. brachialis
- Kompression der Kollateralen durch Schwellung
- Einklemmen der A. brachialis im Frakturspalt
- Gefäßthrombose
- Neurogen bedingter Gefäßspasmus

Alle 5 genannten Ursachen müssen schnellstens operativ behoben werden, da sonst binnen 2-7 Stunden mangelnde Blutzufuhr zum Vorderarm zu definitiven Nekrosen in den Beugemuskeln führt. Die progrediente Zirkulationsstörung mündet dann in die von *Volkmann 1881* erstmals beschriebene Kontraktur der Beugemuskeln des Unterarms, die zum fast vollständigen Funktionsverlust der Extremität führt.

Dies hat auch Konsequenzen für die Therapie, da ein schnürender Gipsverband ebenfalls die *Volkmann'sche* Kontraktur hervorrufen kann.
(s. auch Seite 11)

3.2.5.3. Die sekundären Komplikationen treten erst während der Behandlung auf und sind in ihren Auswirkungen oft erst lange danach erkennbar. Zu ihnen gehören:

- Veränderungen des Cubitalwinkels
- Kontrakturen des Ellbogengelenks

Der gestreckte Arm bildet physiologischerweise einen nach außen offenen stumpfen Winkel, der bei Mädchen

etwa 10° - 15° und bei Buben etwa 6° - 10° weniger als 180° beträgt - den sogenannten Cubitalwinkel. (Er schwankt zwischen 0° und 20°).

Die Vergrößerung dieses Winkels, die *V a r i - s i e r u n g*, wird bei nahezu allen Autoren als häufigste Komplikation beschrieben. (Baumann 1965, Blount 1957, Morger 1965, v. Laer 1978, Feldkamp 1976, Schmelzeisen 1975 u.a.).

Während Lubinus (1924) den Cubitus varus als ossäre Wachstumsstörung infolge Zertrümmerung der ulnaren Wachstumszone der Epiphysenplatte ansieht, und auch Blount (1957) noch ein beschleunigtes Wachstum des Condylus radialis oder seltener durch verzögertes Wachstum des ulnaren Condylus als Ursache in Betracht zieht, wird dies von Baumann (1965) und Böhler (1961) verneint. Sie stellen wie die meisten Autoren heute eine ungenügende Fragmentstellung bei der Reposition oder eine sekundäre Drehverschiebung bei unsprünglich exakter Reposition in den Vordergrund. (Wessely 1978, v. Laer 1978, Höllwarth und Hausbrandt 1976, Draenert et al. 1976, Cotta 1979, Schmelzeisen 1975 u.a.).

Diese sekundäre Drehverschiebung des distalen Bruchstückes kommt dadurch zustande, daß der Arm nach der Gipsfixation vor den Körper gelagert wird. Dabei hat der Humerus die Tendenz, sich nach auswärts zu drehen, ins Gleichgewicht seiner Rotatoren an der Schulter. Der Vorderarm kann infolge der fehlenden Knochenverbindung diese Drehung trotz Pronationsstellung nicht verhindern, ebenso ist der Gipsverband darauf ohne Einfluß, da sich der Humerus in den Weich-

teilen ohne weiteres um seine Längsachse drehen kann. Die Folge ist eine Varus-Fehlstellung.

Eine weitere Ursache für die Varisierung liegt in der Fixation des Unterarmes in Supinationsstellung. Dabei tritt die radiale Seite des distalen Bruchstückes tiefer, die ulnare höher. [Baumann 1965].

Die Verkleinerung des Cubitalwinkels, die Valgisierung, kommt nach supracondylären Humerus-Frakturen ebenfalls vor, aber im Verhältnis seltener als der Cubitus varus.

Bei größeren Fehlstellungen, selbst ohne Funktionsbeeinträchtigung, muß eine Korrekturosteotomie durchgeführt werden, da mit späterer Ulnarislähmung und Arthrose gerechnet werden muß.

Ebenfalls eine sekundäre Komplikation ist die Beughemmung (Kontraktur) des Ellbogengelenks nach der Fraktur.

Dabei kann sowohl die Beugung als auch die Streckung des Armes betroffen sein, bis zum völligen Funktionsverlust der Extremität.

3.3. Die Fraktur des Condylus radialis (lat.) humeri

3.3.1. Ätiologie

Der Frakturmechanismus ist ähnlich dem der supracondylären Fraktur. Die Fraktur des Condylus radialis entsteht durch Sturz auf den gestreckten Arm in Supina-

tionsstellung, es ist ein Abscherungsbruch mit Biegungskomponente, bei dem sich die Sturzenergie direkt vom Handgelenk über den Radius auf den lateralen Condylus fortpflanzt. Die Bruchfläche verläuft vom radialen Rand des Humerus schräg oder senkrecht durch die Mitte der Trochlea unter Einbeziehung des Capitulum humeri mit Epiphysenzone. Es kann sich dabei um eine Fissur oder eine Fraktur ohne Verschiebung der Bruchstücke handeln. In vielen Fällen ist das Bruchstück aber bis zu 180° verdreht. (Baumann 1965).

3.3.2. Häufigkeit

Nach Blount (1957) machen sie 18,5%, nach Morger (1965) 19% und nach Baumann (1965) lediglich 10% aller Ellbogenfrakturen aus.

Die Gefahr der Verknennung oder Nichterkennung der Fraktur ist groß, da ein Großteil des distalen Humerus noch knorpelig ist. Der Knochenkern des Capitulum im Röntgenbild ist klein und rund, daher ist eine eventuelle Drehung schwer zu erkennen.

3.3.3. Therapie

Über das Vorgehen der Therapie der radialen Condylenfraktur besteht weitgehend Übereinkunft.

Bei Fissuren und nicht nennenswerten Dislocationen kann man eine konservative Ruhigstellung in rechtwinkliger Beugung bei mittlerer Pronation in einer dorsalen und volaren Gipsschiene versuchen.

Da die Tendenz zur sekundären Verschiebung groß ist und auch noch nach Wochen auftreten kann, ist eine häufigere Röntgenkontrolle bis 8 Wochen danach dringend indiziert. Auch die Gipsfixierung muß länger als gewöhnlich beibehalten werden (Helbig 5 Wochen, Böhler spricht nur von 3 Wochen).

Ist die Fraktur innerhalb dieser Zeit nicht konsolidiert, sollte man sich unverzüglich zur operativen Revision entschließen, da sonst mit schweren Spätschäden gerechnet werden muß. Die Reposition und Fixation geschieht mit einem oder 2 parallelen oder im Winkel bis durch die gegenüberliegende Corticalis eingebrachten Kirschnerdrähten. (Blount 1957, Mittelmeier 1967, Kuner 1971, Rehn 1974, Cotta 1979, u.a.).

Baumann (1965) und Matzen (1959) erwähnen auch die Verwendung von Schrauben anstelle der Drähte.

Anschließend ist noch ein Schutzgipsverband für ca. 4 Wochen und eine Röntgenkontrolle angebracht.

Das gleiche Vorgehen ist bei den dislozierten Condylen-Abrissen mit Rotationsfehler angezeigt, da mit einem komplikationslosen Anheilen sonst nicht gerechnet werden kann.

Bei völlig zertrümmertem Condylus oder Ausbildung einer Pseudarthrose ist die Exstirpation des Condylus zu erwägen, da er sich bei jüngeren Kindern erstaunlich vollkommen aus der Methaphyse heraus regeneriert (Baumann 1965). Bei älteren Kindern oder Erwachsenen sollte aber davon abgesehen werden, da dies zu einer Instabilität des Gelenkes führt und bei Kindern zu einem Fehlwachstum im Sinne eines Cubitus valgus. (Baumann 1965, Mittelmeier 1967).

3.3.4. Komplikationen

Folgende Spätschäden können nach dieser Fraktur auftreten:

- Pseudarthrose
- Cubitus valgus - varus
- Ulnarisspätlähmung

Kommt es zu einer Nichtvereinigung der Bruchflächen, Pseudarthrose, fällt der Condylus als Gelenkanteil aus und bleibt als freier Körper liegen. Der Unterarm knickt nach außen und gerät in Valgusstellung.

v. Laer (1978) sieht die Ursache der Valgisierung in einem Ausweichen des lateralen Fragments nach oben und außen durch den Druck des Radiusköpfchens bei ausbleibender oder verzögerter Konsolidierung. Auf der Radialseite fehlt die Epiphysenzone, aber der ulnare Teil der Trochlea wächst weiter und vergrößert somit den Cubitus valgus. Die Valgusstellung hat eine Überdehnung und Abknickung des N. ulnaris zur Folge, so daß in vielen Fällen eine zunehmende Parese des Nerven entsteht.

In einigen Fällen kann ein Tiefortreten des Condylus und Capitulum einen Cubitus varus hervorrufen, der aber auch in einer vermehrten Stimulation der radialen Seite begründet sein kann. (Baumann 1965, v. Laer 1978).

Diese Fehlstellungen müssen durch eine Osteotomie des Humerus korrigiert werden, da die oben genannten Spätschäden sonst progredient fortschreiten und zum völligen Funktionsverlust der Extremität führen.

3.4. Die Fraktur des Epicondylus ulnaris (med.) humeri

3.4.1. Ätiologie

Die Verletzung kommt durch eine plötzliche Valgus-Stellung des Ellbogengelenks beim Sturz auf den ausgestreckten Arm zustande, wobei das Ellbogengelenk auf der Ulnarseite aufgeklappt wird. (Morger 1965, Blount 1957, Helbig 1974). Dabei reißt das Lig. collaterale durch die gewaltsame Zugwirkung den Epicondylus mit einer Metaphysenschale ab. Nicht selten rutscht dann das Bruchstück in das eröffnete und klaffende Gelenk (Baumann 1965). Das Fragment ist eine Apophyse und keine Epiphyse und hat daher keinen Anteil am Längenwachstum. (Blount 1957, Helbig 1974).

3.4.2. Häufigkeit

Diese Frakturen machen nach Baumann (1965) ca. 20 % nach Blount (1957) nur 8 % aller Ellbogenfrakturen aus.

3.4.3. Therapie

Bei den unverschobenen Frakturen und Fissuren kann man eine konservative Fixierung in dorsaler und volarer Gipsschiene erwägen. (Blount 1957, Morger 1965, Kuner und Weyand 1970, Helbig 1974 u.a.). Andere Autoren halten eine sofortige primäre operative Versorgung immer für indiziert, da die Pseudarthrosengefahr sehr groß ist. (Draehnert et al. 1976, Mittelmeier 1969 u.a.).

Über die Behandlung der mehr als 5 mm verschobenen oder gar in den Gelenkspalt eingedrungenen Bruchstücke, sowie bei primärer N. ulnaris-Läsion, herrscht allgemein Einigkeit:

Diese Frakturen müssen in jedem Fall operativ mit Kirschnerdrähten oder Schrauben versorgt werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Exstirpation der Apophyse, die primär nicht durchgeführt werden sollte, aber bei pseudarthrotisch veränderten Bruchstücken oft gute Ergebnisse bringt. (Baumann 1965, Mittelmeier 1969).

Anschließend wird der Arm für ca. 3-4 Wochen in Rechtwinkelstellung bei mittlerer Pronation immobilisiert.

3.4.4. Komplikationen

- N. ulnaris-Lähmung
- Pseudarthrose
- partielle Gelenksteifen

Primäre Schädigungen des N. ulnaris durch die Nähe seines Sulcus sind ziemlich häufig.

Sekundär wird er durch Callus und Narbenbildung geschädigt.

In diesen Fällen ist eine Neurolyse mit Verlagerung des N. ulnaris auf die Beugeseite des Ellbogens sofort bei Eintritt der ersten Symptome indiziert.

Pseudarthrotisch verbliebene Bruchstücke können Schmerzen verursachen und die Gelenkbeweglichkeit beeinträchtigen.

Gelenksteifen sind Folgen der gleichzeitigen Luxation mit ihren Weichteil- und möglichen Knorpelschäden (Baumann 1965). Sie können mit einer operativen Arthrolyse oder bei erheblicher Schädigung mit einer Gelenkplastik nach Wachstumsabschluß behoben werden (Mittelmeier 1967).

3.5. Nachbehandlung

Als beste Nachbehandlung der distalen Humerus-Frakturen raten Baumann (1965), Blount (1957) und Morger (1965), das Kind sich selbst zu überlassen, da es in seinem kindlichen Bewegungsdrang aktiv genug sei.

Matzen (1959), Mittelmeier (1967) und Braunsdorf (1976) empfehlen nach Gipsabnahme aktive Bewegungsübungen, warnen aber ebenso wie andere Autoren dringend vor passiven Bewegungsübungen oder stark forcierter Krankengymnastik, da dies ebenso wie Hitzeanwendungen und Gelenkmassagen die Entstehung einer Myositis ossificans provoziert.

Bei schlaffen Paresen kann die elektro-physikalische Reizstromtherapie indiziert sein, bis aktive Bewegung ein selbständiges Training erlaubt.

4. EIGENE BEHANDLUNGSERGEBNISSE

4.1. Materiel

In den Jahren 1975 bis einschließlich 1978 wurden in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München 101 Kinder mit distalen Humerus-Frakturen behandelt. 89 dieser Frakturen konnten in diesem Zeitraum nachuntersucht und ausgewertet werden.

4.1.1. Von diesen 89 Kindern wurden 72 in der Kinderchirurgischen Klinik München erstversorgt, 17 Kinder wurden aus anderen Krankenhäusern zur Weiterbehandlung überwiesen.

4.2. Lokalisation

In 60 Fällen (67,4%) war der linke Arm, in 29 Fällen (32,6%) der rechte Arm betroffen. Der linke Ellbogen war also etwas mehr als doppelt so häufig von einer Fraktur betroffen wie der rechte.

4.3. Geschlechtsverteilung

Es waren 47 Buben (52,8%) und 42 Mädchen (47,2%) von einer Fraktur betroffen, also annähernd ein Verhältnis von 1:1, wobei die Buben um 5,6% überwogen.

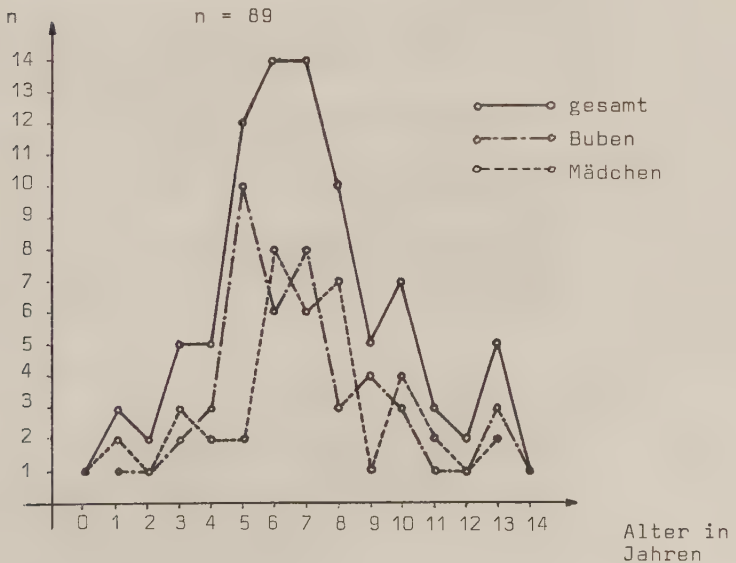
4.4. Verhältnis Schweregrad der Fraktur zum Geschlecht

Trotz annähernd gleicher Anzahl Buben und Mädchen war auffallend, daß das Verhältnis Buben zu Mädchen bei den unverschobenen Frakturen 2:3, bei den dislozierten Frakturen jedoch etwa 3:2 betrug.

Behandlungsart	Buben	Mädchen	Verhältnis
konservative Fixierung	14	21	2:3
percutane Fixierung	17	11	3:2
offene Fixierung	16	10	
gesamt	47	42	1:1

4.5. Alter zum Zeitpunkt der Fraktur

Die Kinder waren zum Zeitpunkt der Fraktur zwischen 7 Tagen (Geburtstrauma) und 14 Jahren alt. Das Durchschnittsalter betrug 7 Jahre. 56% aller Frakturen ereigneten sich zwischen dem 5. und 8. Lebensjahr mit Altersgipfel bei 6,5 Jahren.



4.6. Unfallursache

Da in den Krankenakten bzw. Anamnesen über diesen Punkt nicht immer eine Aussage enthalten war, kann die folgende Aufstellung nicht als vollständig bezeichnet werden. Trotzdem dürften die Zahlen für die distalen Humerus-Frakturen als repräsentativ gelten.

Bei 92,1% oder 82 Kindern ereignete sich die Fraktur beim Spiel oder in der Freizeit. Daneben fanden wir als weitere Verletzungsursache

3 Verkehrsunfälle	(3,4%)
3 Schulunfälle (Sportunterricht)	(3,4%)
1 Geburtstrauma	(1,1%)

4.7. Häufigkeit der einzelnen Frakturen des distalen Humerus

supracondyläre Humerusfrakturen	70	(78,7%)
Frakturen des Condylus radialis (lateralis)	12	(13,5%)
Frakturen des Epicondylus ulnaris (medialis)	5	(5,6%)
Splitterbruch mit Aussprengung des Condylus radialis	1	(1,1%)
Fraktur des Olecranon mit Aus- sprengung der Metaphysenspitze aus der Gelenkfläche der Fossa coronoidea	1	(1,1%)
gesamt	89	(100 %)

4.8. Schweregrade (nur supracondyläre Frakturen)

Die Einteilung der supracondylären Humerus-Frakturen in die Typen I-III geht auf *Lubinus, Felsenreich, Holmberg, Kocher et.al.* zurück. In der jüngeren Literatur bezieht man sich aber immer wieder auf

die von *Baumann* gegebene Definition der Schwere der Bruchstückverschiebungen und unterteilt die supracondylären Frakturen in die Typen I-III (nach *Baumann*). Wir legten die Schweregrade der Frakturen entsprechend der von *Baumann* (1965) gegebenen Einteilung fest.

- I. Fissuren oder Frakturen ohne bedeutende Verschiebung, die keine oder geringe geschlossene Einrichtungsmaßnahmen erfordern.
- II. Verschiebungen bis zur Schaftbreite mit Achsenabweichungen, Verdrehungen, Verkürzungen. Bruchstücke in der Regel im gegenseitigen Kontakt.
- III. Große Verschiebungen mit völligem Verlust des Kontaktes der Bruchstücke.

Nach dieser Einteilung ergeben sich bei den 70 supracondylären Humerus-Frakturen:

Typ I (nach *Baumann*): 27 Kinder (38,6%)
Typ II (nach *Baumann*): 12 Kinder (17,1%)
Typ III (nach *Baumann*): 31 Kinder (44,3%)

Mit 78,7% sind die supracondylären Frakturen die bei weitem größte Gruppe der Ellbogenfrakturen in unserem Krankengut.

Für die Einteilung der Condylen-Brüche wurde lediglich zwischen unverschobenen Frakturen und verschobenen und/oder verdrehten Frakturen unterschieden:

unverschobene Frakturen:

Condylus radialis	6
Epicondylus ulnaris	2

verschobene und/oder verdrehte Frakturen:

Condylus radialis 6

Epicondylus ulnaris 3

4.9. Therapie

Es kamen 3 Therapiearten zur Anwendung:

- 4.9.1. Die rein konservative Methode mit Fixierung des Armes in einem Gipsverband bei 35 Kindern (39,3%) mit einer Immobilisationsdauer von 1-8 Wochen, im Mittel von 5 Wochen. Alle 35 Frakturen konnten dem supracondylären Typ I bzw. den unverschobenen Condylenbrüchen zugeordnet werden. (siehe Tabelle). Bei 3 Kindern (8,6%) mußte die Fraktur nachreponiert werden.
- 4.9.2. Mit percutaner Bohrdrahtosteosynthese wurden 28 Kinder (31,5%) versorgt. Es fanden sich ausschließlich supracondyläre Frakturen und zwar 10 vom Typ II und 18 vom Typ III. Die Bohrdrähte wurden bei allen Patienten nach 3-4 Wochen entfernt. Anschließend wurde der Arm noch einmal für 2-9 Wochen im Gipsverband immobilisiert, im Mittel für ca. 4 Wochen, bis eine knöcherne Durchbauung des Frakturspaltes gegeben war. In 3 Fällen (10,7%) mußte eine Nachreposition der Fraktur vorgenommen werden.
- 4.9.3. Bei der operativen Behandlung der distalen Humerus-Frakturen haben wir zwischen zwei Gruppen zu unterscheiden: Patienten, bei denen als Primärversorgung die Fraktur offen reponiert wurde und Patienten, die infolge aufgetretener Spätschäden operativ versorgt werden mußten. Insgesamt war bei 26 Kindern ein operatives Vorgehen notwendig.

4.9.3.1. 13 Kinder wurden im Rahmen einer Erstversorgung der Fraktur offen reponiert. Es waren 5 supracondyläre Frakturen Typ III, 4 Condylus radialis, 2 Epicondylus ulnaris humeri, 1 Olecranonabriß mit Aussprengung der Methaphysenspitze aus der Gelenkfläche der Fossa coronoidea und 1 Trümmerbruch des distalen Humerus mit ausgesprengtem Knochenstück des Condylus radialis. Bei 2 Kindern (15,4%) wurde eine zweite offene Reposition notwendig.

4.9.3.2. Bei 7 Kindern rutschte die Fraktur ab oder es gelang trotz ein- oder mehrfacher Repositionsversuche keine exakte anatomische Stellung der Fragmente, so daß man sich zur offenen Fixierung der Bruchenden entschloß. Es waren ausschließlich supracondyläre Frakturen des Typs II (2) und III (5).

Reposition	Zahl der Patienten
1. konservativ, 2. offen	1
1. und 2. konservativ, 3. offen	1
1.,2.,3. und 4. konservativ, 5. offen	1
1. konservativ, 2. Extension, 3. offen	1
1. konservativ, 2. percutan, 3. offen	1
1. percutan, 2. offen	2
gesamt	7

4.9.3.3. In 6 Fällen wurde eine ein- bis mehrfache operative Nachversorgung der Fraktur notwendig infolge Pseudarthrose, Gelenkfehlstellung oder Beugehemmung. Diese 6 Fälle machen eindrucksvoll klar, daß man die Frakturen des distalen Humerus nicht zu den problemlosen Armbrüchen zählen kann.

1. Fall: Herrmann, Gabriele 5.11.63

Die Fraktur des Epicondylus ulnaris rechts lag 7 Jahre zurück und war mit Cubitus valgus von 15° und Pseudarthrosenbildung verheilt. Nach Auftreten eines Kompressionssyndroms des N. ulnaris und N. medianus, bedingt durch die starke Valgus-Fehlstellung und Verplumpung des Sulcus N. ulnaris, entschloß man sich zur Operation.

Therapie: - Neurolyse und Verlagerung des N. ulnaris
- Keilosteotomie
- Resektion des Epicondylus ulnaris.

Für die Dauer von 8 Wochen wurde eine elektromagnetische Feldtherapie angeordnet.

2. Fall: Jäger, Robert 30.1.68

4 Monate nach Versorgung der Fraktur des Condylus radialis links mit Fixierung des Armes in Gips, trat eine Pseudarthrose ohne Bewegungseinschränkung auf.

Therapie: - Druck-Osteosynthese mit 2 Spongiosaschrauben.

3. Fall: Majuntke, Roland 31.3.71

Supracondyläre Humerus-Fraktur links, Typ II, Fixierung in Gips und Krankengymnastik für 10 Wochen.

Nach 8 Monaten Varusfehlstellung von 25° und Beugehemmung. Sensibilitätsminderung im Autonombereich des N. ulnaris infolge Kompression. Nach weiteren 8 Monaten Operation.

Therapie: - Neurolyse und Verlagerung des N. ulnaris
- Korrekturosteotomie

8 Monate später war eine erneute Umstellungsosteotomie erforderlich aufgrund eines Cubitus valgus von 15° und Drehfehler des Gelenkes.

4. Fall: Mocellin, Andrea 13.8.64

Fraktur des Condylus radialis links.

3 Wochen später offene Reposition und Fixation mit Kirschnerdrähten.

Nach ca. 10 Monaten wird eine Keilosteotomie wegen ossärer Bewegungseinschränkung notwendig. 6 Wochen später gibt die Patientin ein Kribbeln im Kleinfinger an, das auch bei Berührung auftritt.

Da sich 3 Wochen später eine Refraktur des Condylus infolge Metallbruches ereignet, wird die erneute Fixation mit einer Neurolyse und Verlagerung des N. ulnaris kombiniert (ulnares Kompressionssyndrom durch Narbengewebe). 5 Monate nach dieser Operation muß aufgrund einer Pseudarthrose eine Druckosteosynthese mit Spongiosa-Plastik durchgeführt werden. Da auch noch 5 Monate nach diesem Eingriff eine Kontraktur besteht, wird eine forcierte Krankengymnastik angeschlossen.

Auch knapp ein Jahr nach der Neurolyse stellt man im EMG noch eine mittelschwere Denervierung des N. ulnaris fest, weniger im Bereich des N. radialis.

Die 9 Monate nach der Druckosteosynthese vorgenommene Metallentfernung, wird mit einer erneuten zentralen Osteotomie gekoppelt, da immer noch ein Beuge- und Streckdefizit von ca. 20° besteht. Um dieses schlechte Resultat zu verbessern, ist eine Teilresektion des Epicondylus ulnaris unumgänglich. Anschließend Fixierung des Armes mit einer Gipslonguette in 70°-Stellung.

5. Fall: Niyaz, Feyzi 27.5.66

Supracondyläre Humerus-Fraktur links, Typ III nach knapp 3 Jahren mit Cubitus varus von 20° verheilt.

Im EMG wurde eine leichte N. ulnaris-Affektion festgestellt.

Therapie: - Korrekturosteotomie mit Osteosynthese.

Eine Neurolyse mit Verlagerung war nicht notwendig.

6. Fall: Pinnel, André 2.10.67

Supracondyläre Humerus-Fraktur links, Typ III. Erst bei der Gipsabnahme stellte man eine Fallhand mit kompletter Radialisparese fest. Knapp 2 Jahre danach, die Fraktur war in Fehlstellung mit Achsenabweichung nach dorsal von 20° verheilt, machte eine beginnende Ulnarisparese ein Eingreifen erforderlich.

Therapie: - Umstellungsosteotomie mit Neurolyse und Verlagerung des N. ulnaris.

Ca. 3 1/2 Jahre später wurde aufgrund eines Cubitus varus von 22° eine erneute Korrekturosteotomie notwendig.

4.9.4.

Zusammenfassung der Behandlungsarten bei 89 nachuntersuchten distalen Humerus-Frakturen

Frakturart	konserv. Behand.	percut. Fix.	offene Repos.	operative Nachbeh.	gesamt
supracond. H.-F.					
I	27	-	-	-	27
II	-	10	-	2	12
III	-	18	6	7	31
F.d. Cond. rad.	6	-	4	2	12
F.d. Epic. uln.	2	-	2	1	5
Trümmerfraktur	-	-	1	-	1
F. d. Metaphyse	-	-	1	-	1
gesamt	35	28	14	12	89

4.10. Komplikationen

Außer den schon erwähnten insgesamt 15 Patienten (16,8%), bei denen eine oder mehrere Nachrepositionen notwendig waren, ergaben sich bei 17 Kindern (19,1%) während der Therapie Komplikationen im Heilungsverlauf:

4.10.1. Cubitus varus

Bei 5 Kindern mußte wegen einer klinisch festgestellten Varus-Deformität des Ellbogengelenks eine Korrekturosteotomie vorgenommen werden. Es fanden sich:

Frakturart	Varus	Valgus	Diff.
supracond. Typ III	5 ⁰ re.	7,5 ⁰ li.	12,5 ⁰
Condylus rad.	5 ⁰ li.	10 ⁰ re.	15 ⁰
supracond. Typ III	20 ⁰ li.	5 ⁰ re.	25 ⁰
supracond. Typ III	22 ⁰ li.	10 ⁰ re.	32 ⁰
supracond. Typ II	25 ⁰ li.	7 ⁰ re.	32 ⁰

4.10.2. Cubitus valgus

Bei einem Kind wurde klinisch eine Valgisierung von 15⁰ links nach Fraktur des Epicondylus uln. festgestellt. Auch diese Fehlstellung wurde operativ korrigiert.

4.10.3. Pseudarthrose

Bei 5 Kindern trat eine Pseudarthrose auf.

Frakturart	Anzahl
Epicondylus ulnaris	2
Condylus radialis	2
supracondyläre Fraktur Typ III	1

1. Fall: 4 Monate nach Fraktur des Condylus radialis wegen Pseudarthrose wieder aufgenommen.
Therapie: - Osteosynthese
2. Fall: 7 Jahre nach Fraktur des Epicondylus ulnaris wegen Cubitus valgus, Kompression des N. ulnaris und N. medianus und Pseudarthrose des Epicondylus ulnaris überwiesen.
Therapie: - Keilosteotomie
- Neurolyse und Verlagerung
- Resektion des Epicondylus ulnaris.
3. Fall: 7 Monate nach Keilosteotomie Auftreten einer Pseudarthrose.
Therapie: - Spongiosaplastik und
- Druckosteosynthese.
4. Fall: 5 Monate nach offener Reposition einer supracondylären Humerus-Fraktur Auftreten einer Pseudarthrose. Feldtherapie ohne Erfolg.
Nach weiteren 4 Monaten:
Therapie: - Osteosynthese.
5. Fall: 2 Monate nach konservativer Behandlung einer Fraktur des Epicondylus ulnaris Auftreten einer Pseudarthrose.
Therapie: - Osteosynthese.

4.10.4. Drehfehler / Rotationsfehler

In 6 Fällen wurde ein Dreh- bzw. Rotationsfehler des Ellbogengelenks diagnostiziert. Er fand sich bei supracondylären Frakturen des Typs III (3), des Typs II (2) und des Typs I (1). 2 mal wurde die Fraktur konservativ, 3 mal percutan und 1 mal offen fixiert.

4.11. Nervenläsionen

Unter den 89 nachuntersuchten Fällen fanden wir bei 18 Patienten (20,2%) insgesamt 25 Nervenläsionen, wobei 15 mal der N. ulnaris, 2 mal der N. medianus und 8 mal der N. radialis betroffen war. 5 mal waren Sensibilitätsstörungen in Verbindung mit Nervenläsionen, 2 mal isoliert aufgetreten. Daher ergaben sich folgende Kombinationen:

betroffene Nerven / Sensibilität	Anzahl
alle 3 Armnerven	1
Ulnaris u. Medianus	1
Ulnaris u. Radialis	4
Ulnaris	9
Medianus	0
Radialis	3
Sensibilität	7

Bei den Ulnarisläsionen handelte es sich vorwiegend um chronische, in 6 Fällen noch hochaktive schwere Denervierungsprozesse, 5 mal um mittelschwere und in 4 Fällen um leichte Affektionen.

Während die subtotalen Läsionen innerhalb der ersten 3 Monate auffällig wurden, blieben leichte Schäden von den Patienten meist unbemerkt und waren somit Zufallsbefunde bei Routinekontrollen.

Wenn wir versuchen, die Nervenläsionen aller 3 Ellen-
nerven einem Frakturtyp zuzuordnen, so finden wir bei 12 Patienten allein 16 Nervenläsionen (64%) dem Typ III (nach *Baumann*) der supracondylären Frakturen zugehörig. Der Rest verteilt sich wie folgt:

Frakturtyp	Patienten	%	Nervenläs.	%
supracond. H.-F.				
I	1	5,55	1	4,0
II	2	11,1	3	12,0
III	12	66,7	16	64,0
Condylus radialis	1	5,55	2	8,0
Epicondylus uln.	2	11,1	3	12,0
gesamt	18	100,0	25	100,0

Damit scheint die schwerste Form der supracondylären Humerus-Fraktur a priori am häufigsten mit einer Nervenläsion einherzugehen.

4.11.1. Ursache der Nervenläsionen

Hierbei müssen wir zwischen primären und sekundären Nervenläsionen unterscheiden.

4.11.1.1. Primär bedeutet, daß der Schaden entweder durch die starke Dislokation der Bruchenden bei der Fraktur entstand (direkte Traumatisierung oder Frakturhämatom) oder durch iatrogene Manipulation, wie häufige Reposition (und dabei Verletzen durch die scharfen Bruchkanten oder Einklemmen des Nerven), oder Durchspießung des Nerven bei der Bohrdrähtosteosynthese.

So fanden wir bei den 6 primären Nervenfunktionsausfällen 2 mal eine Schädigung des Nerven durch Dislokation (N. ulnaris und N. radialis), 1 mal durch Reposition (N. ulnaris), 1 mal infolge Durchspießung (N. ulnaris) mit einem Kirschnerdraht und 2 mal nach der Gipsabnahme (2 Nn. radiales). Ursache zu enger Gips?

- 4.11.1.2. Bei den 19 sekundären Nervenausfällen wurde der Nerv am häufigsten durch Narbengewebe eingemauert und komprimiert. Daneben fanden wir noch folgende Ursachen für die Funktionsausfälle:

Ursache	Pat. Nerven		
Varusfehlstellung (Überdehnung d. N.)	1	1	U
Valgusfehlstellung (Überdehnung d. N.)	1	2	U, M
Überschießender Callus (Kompression)	3	5	2U,2R,1M
Narbengewebe (Kompression)	7	11	7U,4R
gesamt	12	19	

- 4.11.1.3. Alle Nervenläsionen gaben sich durch klinisch feststellbare Funktionsausfälle zu erkennen. Bei zwei Kindern war eine Fallhand aufgefallen. Bei einem Kind konnte die Radialisparese aber später durch das EMG nicht verifiziert werden.

In unserem Krankengut konnten bei allen Patienten die Nervenfunktionsausfälle entweder durch Neurolyse mit Verlagerung des Nerven auf die Beugeseite (bzw. spontane Rückbildung der Läsion) beseitigt oder doch zu einer fast vollständigen Restitution gebracht werden.

Nervennähte oder Transplantationen waren in keinem Fall erforderlich.

4.11.2. Lysis und Verlagerung

Unter den insgesamt 25 erfaßten Nervenläsionen bei 18 Kindern mußte in 14 Fällen, also bei 77,8% der Kinder, eine Lysis mit Verlagerung auf die Ventralseite des Ellbogens vorgenommen werden. In 2 Fällen wurde der N. ulnaris ohne vorausgegangene Traumati-

sierung prophylaktisch aus dem Sulcus verlagert, da mit einer späteren Schädigung gerechnet werden mußte.

4.12. Gefäßverletzungen

- Bei 2 Kindern konnte bei der Einlieferung trotz angelegter Drahtextension kein Radialis-Puls getastet werden. Es handelte sich um supracondyläre Frakturen des Typs II und III.
- Bei einem Kind war die A. brachialis durch die starke Dislokation der supracondylären Fraktur Typ III komprimiert.
- Nach Reposition und percutaner Fixation mit 2 von den Condylen her eingeschossenen Kirschnerdrähten war der Puls in einem Fall noch nicht tastbar.
- Anschließend war bei allen 3 Kindern der Heilungsverlauf komplikationslos.
- Eine ischämische oder *Volkmann'sche* Kontraktur trat in keinem Fall auf.

4.13. Komplikationen bei den 35 konservativ mit Gipsfixierung behandelten Kindern Typ I (nach Baumann) und unverschobene Condylenbrüche

Nachrepositionen	3
Cubitus varus	1 (5°)
Cubitus valgus	-
Pseudarthrose	1
Drehfehler	1
Nervenläsionen (N. rad. u. N. ulnaris)	2
Sensibilität	-
Gefäßverletzung	-

4.14. Komplikationen bei den 28 mit percutaner Fixierung behandelten Kindern (Typ II und III nach Baumann)

Nachrepositionen	3
Cubitus varus	1 (5°)
Cubitus valgus	-
Pseudarthrose	-
Drehfehler	3
Nervenläsionen	9
(4 N. radialis, 4 N. ulnaris, 1 N. medianus)	
Sensibilität	3
Gefäßverletzung	3

4.15. Komplikationen bei den 26 primär (oder nach erfolgloser konservativer oder percutaner Reposition) mit offener Reposition behandelten Kindern (Typ II und III nach Baumann, verschobene / verdrehte Condylen-Frakturen)

Nachreposition	2
Cubitus varus	3 ($20^{\circ}/22^{\circ}/25^{\circ}$)
Cubitus valgus	1 (15°)
Pseudarthrose	4
Drehfehler	2
Nervenläsionen	14
(3 N. radialis 10 N. ulnaris 1 N. medianus)	
Sensibilität	4
Gefäßverletzung	-

4.16. Mit zunehmendem Schweregrad der distalen Humerus-Fraktur ist auch mit höheren Komplikationsraten zu rechnen, trotz percutaner oder offener Osteosynthese, die eine bessere Frakturstellung gewährleistet. Dies ist zum einen auf die höhere Traumatisierung von Knochen und Weichteilmantel während des Unfallschehens selbst zurückzuführen sowie posttraumatisch durch vermehrte Narben- oder Callusbildung (Kompression des Nerven) und durch häufigere Gelenkfehlstellungen (Cubitus varus, Cubitus valgus, Drehfehler) bedingt.

4.17. Nachbehandlung

- Der Heilprozeß wurde bei 5 Kindern mit einer elektromagnetischen Feldtherapie unterstützt.
- Bei 15 Kindern waren krankengymnastische Übungen zur Besserung der Beweglichkeit des Ellbogengelenks und zur Beseitigung der Kontrakturen angeordnet.

5. FRÜHERE NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE AUS DEN
JAHREN 1960-69 (Dentler) UND 1970-74 (Reiser)
AUS DER KINDERCHIRURGISCHEN KLINIK MÜNCHEN

5.1. Da *Dentler* nur die supracondylären Humerus-Frakturen nachuntersucht hat, lassen sich seine Zahlen natürlich nur für diesen Frakturtyp anwenden und können nicht in allen Punkten mit den Ergebnissen von *Reiser* und den jetzigen Resultaten verglichen werden. Daher werden wir uns bei den Vergleichen, soweit dies möglich ist, vornehmlich auf die supracondylären Humerus-Frakturen beschränken.

5.2. Anzahl der Frakturen

In den Jahren 1960-78 wurden in der Kinderchirurgischen Klinik München insgesamt 381 supracondyläre, bzw. distale Humerus-Frakturen behandelt. 250 Kinder konnten nachuntersucht werden.

Jahr	n		Frakturen
	gesamt	kontr.	
1960-69	156	83	nur supracondyläre H.-F.
1970-74	124	78	distale Humerus-Frakturen
1975-78	101	89	distale Humerus-Frakturen
gesamt	381	250	

5.3. Alter, Geschlecht, Lokalisation, Genese der Frakturen

Große Übereinstimmung findet sich beim mittleren Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Fraktur, das zwischen 6

und 7 Jahren liegt. Ebenso sind die Buben häufiger von einer Ellbogenfraktur betroffen als die Mädchen bei einer Bevorzugung des linken Armes. *Dentler* gibt an, daß nur in einem Fall ein Verkehrsunfall die Verletzungsursache war.

Jahr	mittleres Alter	♂	♀	li.	re.	Frakturen
1960-69	6,5	52	31	46	37	nur supracond. H.-F.
1970-74	6,5	38	40	46	32	distale H.-Fraktur
1975-78	7	47	42	60	29	distale H.-Fraktur
gesamt	6,7	137	113	152	98	

5.4. Häufigkeit der einzelnen Frakturarten des distalen Humerus

Frakturarten	1970-74	1975-78	gesamt
supracond. H.-F.	63	70	133
Condylus rad.	10	12	22
Epicondylus uln.	5	5	10
andere	-	2	2
gesamt	78	89	

5.5. Schweregrad

Auffallend ist die Zunahme im Schweregrad der Frakturen gerade in den letzten Jahren, für die keine ausreichende Erklärung vorliegt; da sich die Ver-

letzungen wie früher vernehmlich beim Spiel ereigneten und seit 1975 nur 3 Verkehrsunfälle zu dieser Bruchform führten. Zugenommen haben allerdings die Einweisungen in Fehlstellung verheilte und schlecht, bzw. vorreponierter Frakturen, insbesondere des Typs III.

nur supracondyläre Humerus-Frakturen

Jahr	n kontr.	Typ (nach <i>Baumann</i>)		
		I	II	III
1960-69	83	38	43	2
1970-74	63	30	25	8
1975-78	70	27	12	31
gesamt	216	95	80	41

5.6. Therapie

Daraus resultierend finden wir auch eine steigende Tendenz zur percutanen und offenen Bohrdrachstosteosynthese, die ihre Ursachen allerdings auch in der prinzipiell veränderten Behandlung der distalen Humerus-Fraktur hat, wie die Jahre 1960-69 zeigen, in denen nur konservativ behandelt wurde.

Therapie der supracondylären Humerus- Frakturen

Jahr	Gips	Ext.	percut. Fix.	offene Rep.	gesamt
1960-69	78	5	-	-	83
1970-74	43	-	14	6	63
1975-78	27	-	28	15	70
gesamt	148	5	42	21	

Therapie der distalen Humerus-Frakturen

Jahr	Gips	Ext.	percut. Fix.	offene Rep.	gesamt
1970-74	49	-	15	14	78
1975-78	35	-	28	26	89
gesamt	84	-	43	40	

5.7.

Cubitus varus, Cubitus valgus

Dentler: Es fanden sich aufgrund röntgenologischer Nachuntersuchungen 43 Fälle von Cubitus varus (55,1%) und 26 Fälle von Cubitus valgus - Deformität (33,3%).

Über die Anzahl der Patienten mit Varisierung - Valgisierung über 5° finden sich zwei verschiedene Angaben:

Bei Inspektion fand **Dentler** 4 Fälle von Cubitus varus über 5° und 2 Fälle von Cubitus valgus über 5° .

Bei der Winkel α -Vermessung nach **Baumann** fanden sich aber 21 Fälle über 5° beim Cubitus varus und 10 Fälle über 5° beim Cubitus valgus.

Reiser: Hier wurden bei Nachmessungen der Röntgenbilder 47 Varisierungen (60,3%) und 24 Valgisierungen (30,8%) gefunden. In 22 Fällen (28,2%) war die Varus-Fehlstellung über 5° und bei 6 Patienten (7,7%) die Valgus-Fehlstellung über 5° .

Jahr	Varus über 5°		Valgus über 5°		Varus gesamt	Valgus gesamt	Pat.
1960-69	4(4,8%)	21(25,3%)	2(2,4%)	10(12,0%)	43(55,1%)	26(33,3%)	83
1970-74		22(28,2%)		6(7,9%)	47(60,3%)	24(30,8%)	78
1975-78		5(5,6%)		1(1,1%)	-	-	89
gesamt	(31)	48	(9)	17			

5.8. Pseudarthrose

Weder *Dentler* noch *Reiser* erwähnen in ihren Nachuntersuchungen das Auftreten einer Pseudarthrose. Im Zeitraum 1975-78 wurden 5 Pseudarthrosen mit Osteosynthese behandelt.

5.9. Nervenläsionen und Neurolyse

Wenn wir die Nervenläsionen als eine der Komplikationsmöglichkeiten bei den distalen Humerus-Frakturen mit den in früheren Jahren aufgetretenen Schädigungen vergleichen, so fällt die starke Zunahme dieser Läsionen auf.

Da auch die Zahl der supracondylären Frakturen Typ III sprunghaft gestiegen ist, dürfen wir hier wohl einen direkten ursächlichen Zusammenhang annehmen, zumal wir bei den insgesamt 31 Frakturen Typ III bei 12 Frakturen (38,7%) 16 Nervenfunktionsausfälle fanden. Daneben hatte der supracondyläre Typ II nur 3 Ausfälle, der Typ I nur eine Läsion.

Bei den Condylenfrakturen beobachteten wir 5 Nervenläsionen.

Jahr	Nervenläsionen			Lysis - Verlagerung
	U	M	R	U
1960-69	1	-	2	-
1970-74	2	1	-	-
1975-78	15	2	8	14

Dentler fand bei 83 nachuntersuchten Patienten nur 2 primäre Radialisparesen, 1 primäre Ulnarisparese und 1 primäre Sensibilitätsstörung. Sämtliche Paresen bildeten sich vollkommen zurück.

Reiser berichtet unter 78 distalen Humerus-Frakturen von 3 primären Nervenstörungen. Es handelte sich um 2 partielle Ulnarisparesen mit Sensibilitätsausfall im Bereich des Kleinfingers, sowie um 1 partielle Medianus-Lähmung. In diesem Fall konnten der I. und II. Finger nicht gebeugt werden.

Bei einem Patienten mit partieller Ulnarisparese war in der Krankengeschichte zusätzlich eine beginnende Kontraktur am V. Finger vermerkt. Alle primären Paresen waren bei der Nachuntersuchung vollständig ausgeheilt.

Während in den Jahren 1960-74 keine einzige Lysis und Verlagerung eines Nerven vorgenommen wurde, war dies in den Jahren 1975-78 bei 14 von 18 Kindern mit Nervenläsionen indiziert.

5.10. Gefäßverletzungen

Beide Autoren geben an, daß sie bei ihren Nachuntersuchungen weder eine Beeinträchtigung der Durchblutung der von einer Fraktur betroffenen Extremität feststellen konnten, noch eine ischämische oder *Volkmann'sche* Muskelkontraktur.

5.11. Nachbehandlung

Dentler erwähnt, daß bei 5 Kindern krankengymnastische Übungen angeordnet waren, bei *Reiser* finden wir keine Aussage über eine Nachbehandlung.

6.

DISKUSSION

Die eigenen Ergebnisse wurden mit denen anderen Autoren und speziell den Nachuntersuchungen an der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München 1960-74 von *Dentler* und *Reiser* verglichen.

Bei der Lokalisation fanden wir in 60 Fällen (67,4%) den linken Arm, im 29 Fällen (32,6%) den rechten Arm von einer Fraktur betroffen. Bei *Dentler* betrug das Verhältnis 46 Kinder links zu 37 Kindern rechts, bei *Reiser* war ebenfalls der linke Arm häufiger betroffen, in einem Verhältnis von 46:32 Kindern.

Diese auffällige Bevorzugung des linken Armes bei der Fraktur wird von allen Untersuchern bestätigt (*Vollmar, Cotta, Feldkamp, Schmelzeisen, Draenert u.a.*). *Baumann* sieht die Ursache im unterschiedlichen Gebrauch der beiden Arme: der linke Arm dient zur Abwehr = Schildarm, rechter Arm = Schwertarm.

Die Geschlechtsverteilung zeigte sich nahezu ausgewogen. Es wurden 47 Buben (52,8%) und 42 Mädchen (47,2%) nachuntersucht, von einer deutlichen Bevorzugung der Buben, wie von vielen Autoren berichtet wird, konnte in unserem Krankengut also nicht die Rede sein. *Reiser* hatte sogar mehr Mädchen unter den nachuntersuchten Kindern: 40:38, während bei *Dentler* die Buben überwogen im Verhältnis 52:34, was sich mit den Ergebnissen von *Cotta, Burri* und *Rüter, Vollmar et al., Zimmermann, Kapral u.a.* deckt. Das Überwiegen der Buben bei der Fraktur wird mit deren größerer Aktivität beim Spiel erklärt und trifft in unserem Krankengut nur insofern zu, als die Buben bei den schweren Bruchformen deutlich häufiger betroffen waren.

Bezüglich der Altersverteilung fanden wir einen Gipfel zwischen dem 6. und 7. Lebensjahr, *Dentler* findet einen Häufigkeitsgipfel ebenfalls bei 7 Jahren, *Reiser* dagegen im 5. Lebensjahr.

Die Häufigkeit der Verletzungen in diesem Lebensabschnitt wird mit der Mehrgefährdung der Kinder beim Spielen (Kindergarten, Schulbesuch) und mit dem häufigeren Verlassen des häuslichen Lebensraumes erklärt.

Eine ähnliche Beobachtung machen auch *Schmelzeisen* (5.-7. Lebensjahr), *Zimmermann* (7 Jahre), *Draenert et al.* (6.-9. Lebensjahr), *Cotta* (7,17 Jahre), *Kapral* (8,1 Jahre), *Feldkamp* (7 Jahre), *Vollmar* (7,5 Jahre).

Als Unfallursache fanden wir 3 Verkehrsunfälle (*Dentler*: 1 Verkehrsunfall), 3 Schulunfälle und 1 Geburtstrauma. Die übrigen Frakturen ereigneten sich beim Spiel oder in der Freizeit.

Izadpanah gibt folgende Genese der Fraktur an: Spielunfall 98, Sport 26, Sturz 13, Verkehrsunfall 13, Streit 1, unbekannt 13.

Die Häufigkeit der einzelnen Frakturarten bei unseren Patienten (supracondyläre Frakturen 78,7%, Condylus radialis 13,5%, Epicondylus ulnaris 5,6%) ist nahezu identisch mit den Ergebnissen von *Reiser* (supracondyläre Frakturen 80,8%, Condylus radialis 12,8%, Epicondylus ulnaris 6,4%). Die Stellung der supracondylären Fraktur als häufigste Ellbogenverletzung des Kindes ist in der Literatur unbestritten. Ihr Anteil bei den distalen Humerus-Frakturen schwankt zwischen 80% (*Feldkamp*) und 30% (*Baumann*). (siehe Seite 7). Die Häufigkeit der Condylus-radialis-Fraktur wird von *Morger* mit 19%, von *Blount* mit 18,5% und von *Baumann* mit 10% angegeben. Die Fraktur des Epicondylus

ulnaris liegt nach *Baumann* bei 20%, nach *Blount* aber nur bei 8%.

Diese unterschiedlichen Prozentangaben ergeben sich natürlich u.a. auch aus den verschiedenen Kollektivgrößen der untersuchten Fälle.

Die Einteilung der Schweregrade der supracondylären Frakturen wurde in unserem Krankengut, wie auch bei *Dentler* und *Reiser* und den meisten anderen Autoren, nach der von *Baumann* gegebenen Klassifizierung in die Typen I-III vorgenommen.

Autor	n	Typ I	Typ II	Typ III
<i>Petri</i>	70	38,6%	17,1%	44,3%
<i>Reiser</i>	63	47,6%	39,7%	12,7%
<i>Dentler</i>	83	45,8%	51,8%	2,4%

Auffallend ist die sprunghafte Zunahme der Frakturen des Typs III in den letzten Jahren, für die keine plausible Erklärung vorliegt.

In der Therapie hat sich seit 1970 in der Kinderchirurgischen Klinik München eine Wandlung vollzogen. Während bis 1969 die supracondylären Frakturen ausschließlich und die Condylenbrüche vorwiegend konservativ behandelt wurden, werden seit 1970 nur noch unverschobene Ellbogenfrakturen konservativ fixiert, die dislozierten Brüche aber mit percutaner oder operativer Bohrdrahtosteosynthese versorgt. *Dentler* gibt als Behandlungsmethoden von 83 nachuntersuchten supracondylären Frakturen an:

66 Oberarm-Gips

6 Abduktionsschiene plus dorsale Oberarm-Gipsschiene

6 Thorax-Arm-Gips

5 *Baumann'sche* Drahtextension.

Reiser nennt folgende Behandlungsarten bei 78 nachuntersuchten Kindern mit distalen Humerus-Frakturen:

47 Oberarm-Gips

2 *Blount*-Verband

15 percutane Drahtung

14 offene Reposition

Das eigene Krankengut der 89 nachuntersuchten Kinder wurde wie folgt behandelt:

35 Oberarm-Gips

28 percutane Drahtung

20 offene Reposition

6 operative Nachbehandlung

Die Fixation mit Kirschnerdrähten hat sich in der Behandlung der distalen Humerus-Frakturen allgemein durchgesetzt und wird von den meisten Autoren bis auf wenige Ausnahmen praktiziert (siehe Seite 13).

Da die percutane und operative Methode eine stabilere Fragmentstellung gewährleistet, ist in den letzten Jahren eine geringere posttraumatische Komplikationsrate zu erwarten als im Zeitraum 1960-69.

Als Parameter für eine exakte Stellung der Fraktur kann das Ausbleiben von Cubitus-varus und-valgus-Fehlstellungen bei den supracondylären Humerus-Frakturen gelten, da sie auf einem Drehfehler der Bruchstücke beruhen und die häufigste sekundäre Komplikation darstellen.

Dentler und *Reiser* haben röntgenologische Nachuntersuchungen der behandelten Kinder vorgenommen und sind bei der Winkel α -Vermessung des Ellbogens zu folgen-

den Ergebnissen gekommen:

Dentler: 43 Cubitus varus (55,1%)
26 Cubitus valgus (33,3%)

bei insgesamt 83 Patienten mit supra-
condylären Humerus-Frakturen

Reiser : 40 Cubitus varus (63,5%)
17 Cubitus valgus (27,0%)

bei insgesamt 63 Patienten mit supra-
condylären Humerus-Frakturen.

Nach diesem Ergebnis wären also bei beiden Autoren ca. 90% aller versorgten Frakturen in Fehlstellung verheilt. Da aber eine Abweichung vom Cubitalwinkel unter 5° von den Patienten meist gar nicht bemerkt wird, und auch kosmetisch noch nicht störend wirkt und in den seltensten Fällen eine Funktionsbeeinträchtigung oder Spätschäden hervorruft, ist dieser Prozentsatz klinisch nicht relevant.

Reiser selbst bereinigt seine Zahlen, indem er bei den distalen Frakturen nur in 28 Fällen (35,9%) eine Abweichung über 5° und in nur 7 Fällen (9,0%) über 10° gemessen hat.

Dentler gibt zudem an, bei der klinischen Inspektion nur 4 Fälle (4,8%) von Cubitus varus über 5° und nur 2 Fälle (2,4%) von Cubitus valgus über 5° gesehen zu haben.

Bei unserem Krankengut wurden keine röntgenologischen Winkelmessungen vorgenommen, sondern nur Kinder erfaßt, die bei der Kontrolle Winkelabweichungen von 5° und mehr aufwiesen, bzw. neurologische, kosmetische oder funktionelle Komplikationen angaben. Es fanden sich 5 Cubitus-varus (2 mal 5° , 20° , 22° und 25°) und eine Valgus-Fehlstellung (15°).

Alle 6 Kinder wurden einer Korrekturosteotomie unterzogen.

Zu diesen Fehlstellungen haben u.a. folgende Autoren Stellung genommen:

Autor	n	Varus ges.	Valgus ges.	Varus über 5°	Valgus über 5°	Frak. Art	Behandlung
Wessely	32	6(18,8%)	4(12,5%)	3(9,4%)	1(3,1%)	supra.	Baumann'sche Ext.
v. Laer	183	121(66,1%)	21(11,5%)	-	-	supra.	konserv.
	45	29(64,4%)	13(28,9%)	7(15,6%)	5(11,1%)	C.rad.	-
Izadpanah	72	6(8,3%)	3(4,2%)	3(4,2%)	2(2,8%)	supra.	Blount mod.
Cotta	33	8(24,2%)	6(18,2%)	5(15,2%)	1(3,0%)	supra.	perc., offen
Morger	103	13(12,6%)	-	6(5,8%)	-	supra.	konserv.
Baumann	112	12(10,7%)	-	8(7,1%)	-	supra.	konserv.

Auch in diesem Kollektiv zeigt sich, daß sich zwar röntgenologisch eine große Zahl von Varus- und Valgus-Fehlstellungen feststellen lassen, der Cubitus varus über 5° bei den supracondylären Humerus-Frakturen aber nur zwischen ca. 4% und 15% liegt, der Cubitus valgus dagegen nur um 3%.

In der Kinderchirurgischen Klinik München wurden in den Jahren 1975-78 insgesamt 6 Kinder wegen einer Achsabweichung in der Fontalebene behandelt. Von diesen waren nur die beiden Patienten mit einer Varisierung von 5° (supracondyläre Fraktur Typ III und Fraktur des Condylus radialis) am Ort behandelt worden. Die übrigen 4 Fällen waren veraltete, in Fehlstellung verheilte Frakturen (supracondyläre Fraktur Typ II und III (2) und eine Epicondylus-ulnaris-Fraktur), die zur Weiterbehandlung von außerhalb überwiesen wurden.

Man kann also abschließend feststellen, daß das Ergebnis von lediglich 2 Varusfehlstellungen von

5⁰ ein ausgezeichnetes Resultat und eine Bestätigung für die gewählten Therapieformen der distalen Humerus-Frakturen darstellt. (siehe Seite 42 und 43).

In der Literatur lassen sich wenige Angaben über das Auftreten von Pseudarthrosen bei den distalen Humerus-Frakturen finden. Bei den supracondylären Frakturen sind sie äußerst selten, bei den Condylenbrüchen mit konservativer Behandlung jedoch recht häufige sekundäre Komplikationen mit der Gefahr von Spätschäden. In den Jahren 1960-74 wird von *Dentler* und *Reiser* das Auftreten einer Pseudarthrose nicht erwähnt.

Im eigenen Krankengut fanden sich 5 Pseudarthrosen. 2 mal war der Condylus radialis, 2 mal der Epicondylus ulnaris und in einem Fall eine supracondyläre Fraktur Typ III betroffen.

v. Laer berichtet von 3 schweren Pseudarthrosen mit zunehmender Dislokation des lateralen Fragments bei 45 nachuntersuchten Condylus radialis Frakturen.

Mittelmeier schreibt, daß die Pseudarthrosen im supracondylären Bereich mit der Druckosteosynthese erfolgreich behandelt werden können. Die intra-artikulären Condylenpseudarthrosen sollten frühzeitig operiert werden, da sie teilweise einen Funktionswert besitzen, der nach erfolgreicher Operation verloren geht, so daß zwar die Pseudarthrose beseitigt, die Gelenkfunktion jedoch verschlechtert wird! In diesen Fällen empfiehlt es sich, die Pseudarthrose zu belassen oder das Condylenfragment zu reseziieren.

Es wird zwischen primären und sekundären Nervenläsionen unterschieden: Die primären Nervenläsionen bei den kindlichen Ellbogenverletzungen beruhen in den meisten Fällen nicht auf Zerreißen, sondern lediglich auf Zerrungen (Überdehnungen) und Kontusionen der Nerven beim Frakturgeschehen. Außerdem kann der Nerv zwischen den Knochenfragmenten eingeklemmt oder durch ein Frakturhämatom komprimiert werden. Bei diesen stumpfen Verletzungen ist hauptsächlich der N. medianus und N. ulnaris, seltener auch der N. radialis betroffen.

Die sekundären Läsionen treten während der Heilungsphase durch Narben- oder Callusbildung auf und führen dadurch zur Kompression der Nerven. (*Panitz et al., Mittelmeier*).

Die primären Nervenfunktionsausfälle zeigen nach exakter Reposition häufig im Laufe von Wochen oder Monaten eine spontane Rückbildungstendenz, so daß eine primäre Operationsindikation meist nicht gegeben ist. Tritt nach etwa 2-3 Monaten keine Besserung ein, so muß wie bei den sekundären Nervenverletzungen eine Neurolyse mit Verlagerung des N. ulnaris nach volar vorgenommen werden. Ulnarisspätischäden (meist nach Condylenfrakturen) können auch noch nach Jahren oder Jahrzehnten auftreten und bedürfen ebenfalls der Therapie (*Mittelmeier, Panitz, Feldkamp, Kutscha-Lissberg, Zimmermann u.a.*).

Bei den 89 nachuntersuchten Kindern fanden wir bei 18 Patienten (20,2%) insgesamt 25 Nervenverletzungen, davon 6 primäre Nervenläsionen (6,7%). Es war 3 mal der N. ulnaris und 3 mal der N. radialis betroffen (siehe Seite 16 und 17). 3 Läsionen bildeten sich selbst-

tätig zurück, 3 mal mußte der N. ulnaris verlagert werden. Dies geschah einmal im Rahmen einer offenen Reposition.

Bei 12 Kindern (13,5%) traten 19 sekundäre Nervenläsionen auf: 12 mal der N. ulnaris, 2 mal der N. medianus und 5 mal der N. radialis. 6 Patienten waren nicht in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München erstbehandelt worden. 12 mal war eine Neurolyse und Verlagerung des N. ulnaris indiziert, 2 mal wurde er prophylaktisch aus dem Sulcus verlagert, da mit größter Wahrscheinlichkeit mit einer späteren Schädigung gerechnet werden mußte.

Diese stark gestiegene Zahl der Nervenverletzungen gegenüber den früheren Jahren läßt sich mit der ebenfalls starken Zunahme der supracondylären Frakturen des Typs III erklären, da wir allein bei 12 Frakturen dieses Typs III (von insgesamt 31) 16 Nervenläsionen fanden.

Die gleichen Beobachtungen machte *Cotta et al.* mit 13 Paresen, also 15% bei 88 untersuchten Patienten, von denen die meisten auf die Frakturen des Typs III entfielen.

Ebenso berichtet *Kutscha-Lissberg et al.*, daß primäre Komplikationen (5 Fälle von inkompletter Ischämie kombiniert mit Medianusparese) nur bei Frakturen des Typs III auftraten.

Dentler hat in den Jahren 1960-69 nur 3 primäre Paresen (2 Nn. radiales, 1 N. ulnaris) gefunden, die spontan

ausheilten und keine sekundären Nervenfunktionsausfälle festgestellt.

Reiser berichtet nur von 3 primären Nervenstörungen (2 Nn. ulnares, 1 N. medianus), die ebenfalls ohne weitere Therapie ausheilten.

Eine Neurolyse oder Verlagerung eines Nerven wurde bei beiden Autoren nicht notwendig.

Bei folgenden Autoren konnten wir Angaben über Nervenläsionen finden:

Vollmar et al.: Bei 248 Patienten mit supracondylären Humerus-Frakturen in 12% der Fälle Nervenstörungen an Ulnaris und Medianus. In 2 Fällen blieben die Nervenausfälle bestehen. Sie erwiesen sich bei der Freilegung als Durchtrennung.

Zimmermann : Bei 25 Kindern mit supracondylären Oberarmbrüchen fanden sich in 2 Fällen traumatische Nervenläsionen:
8 %
1 mal N. radialis
1 mal N. ulnaris und medianus.
Nach Reposition bildeten sich die Paresen allmählich zurück. Eine Exploration in die Ellenbeuge war nicht erforderlich.

Kapral : Bei 18 supracondylären Frakturen traten 2 iatrogene Nervenschädigungen auf, und zwar 1 passagere Ulnarisparesie (Bohrdraht) und 1 passagere Radialislähmung (Reposition).
Sie haben sich beide vollkommen zurückgebildet.

Schmelzeisen et al. : Es fanden sich bei 42 supracondylären Frakturen 2 N. radialis-Läsionen, 2

12 % Medianus-Läsionen und 1 kombinierte Medianus- und Radialis-Läsion.

In allen Fällen kam es zur vollständigen Restitution.

Böhler : Bei 60 Bohrdrahtosteosynthesen supracondylärer Frakturen kam es in 2 Fällen zum Auftreten einer Ulnarislähmung durch Einbohren des Drahtes in den Sulcus ulnaris. Mit einer Rückkehr der Funktion war zu rechnen.

Feldkamp et al.: In 5 Fällen lag bei 62 supracondylären Frakturen eine Nervenläsion vor.

8 % Es fanden sich: 4 N. medianus und 1 komplette Parese des N. ulnaris mit Teilläsion des N. medianus und N. radialis.

Im Vergleich mit den oben genannten Ergebnissen kann man die eigenen Resultate nicht als schlechter bezeichnen, wenn man berücksichtigt, daß unsere Zahlen die distalen Humerus-Frakturen betreffen und allein unter den 12 sekundären Nervenläsionen 6 Kinder waren, die nicht in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München erstversorgt wurden.

Es fanden sich 3 Gefäßverletzungen, wobei in 2 Fällen die Kinder wegen nicht tastbarem Radialispuls mit angelegter Drahtextension aus anderen Krankenhäusern zur Weiterbehandlung überwiesen wurden.

Bei 1 Kind war die A. brachialis durch die starke Dislokation der supracondylären Fraktur Typ III kom-

primiert.

Nach percutaner Drahtung war in allen 3 Fällen der weitere Heilverlauf komplikationslos.

Ebenso wie *Dentler* und *Reiser* konnten auch wir keine Zeichen von Ischämie oder gar einer *Volkmann'schen* Kontraktur beobachten.

Unter 162 supracondylären Frakturen fanden *Kutscha-Lissberg et al.* 5 Fälle von inkompletter Ischämie mit Medianusparese bei Brüchen des Typs III. Eine Läsion der A. cubitalis, die einen gefäßchirurgischen Eingriff notwendig machte, wurde nicht beobachtet.

Braunsdorf et al. berichten ebenfalls von 5 Fällen eines peripheren Ischämiesyndroms bei 62 supracondylären Frakturen. Sie führten dies auf ein Einklemmen der A. cubitalis zurück.

Feldkamp et al. berichten von 6 Fällen einer Kompression der A. radialis über der proximalen vorderen Fragmentkante bei insgesamt 175 supracondylären Frakturen. Eine operative Revision war in keinem Fall erforderlich.

Die Beispiele zeigen, daß stets die Gefahr einer *Volkmann'schen* Kontraktur droht, wenn die Alarmsymptome: Blässe, Pulslosigkeit, Lähmung und Schmerz des Vorderarmes übersehen werden und fortbestehen. In diesen Fällen ist eine sofortige Operation indiziert, um die normale Blutzirkulation wieder herzustellen.

1.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Arbeit war es, die eigenen Ergebnisse mit denen aus früheren Jahren an dieser Klinik erstellten zu vergleichen und die Ursache für die in den letzten Jahren stark gestiegenen Nervenläsionen bei den distalen Humerus-Frakturen aufzuzeigen.

In den Jahren 1975-78 wurden in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München 101 Kinder mit distalen Humerus-Frakturen behandelt.

89 Kinder konnten nachuntersucht werden.

Es handelte sich um 70 supracondyläre Frakturen, 12 Frakturen des Condylus radialis, 5 Frakturen des Epicondylus ulnaris, 1 Trümmerbruch mit Aussprengung des Condylus radialis und 1 Fraktur des Olecranon mit Aussprengung der Methaphysenspitze aus der Gelenkfläche der Fossa coronoidea.

Die 70 supracondylären Frakturen wurden in die Typen I-III (nach Baumann) unterteilt, es fanden sich:

Typ I (nach Baumann) 27 Kinder (38,6%)

Typ II (nach Baumann) 12 Kinder (17,1%)

Typ III (nach Baumann) 31 Kinder (44,3%).

Während in den Jahren 1960-74 insgesamt nur 10 supracondyläre Humerus-Frakturen Typ III zu verzeichnen waren, fanden sich im Zeitraum 1975-78 bereits 31 Frakturen dieses Typs. Eine plausible Erklärung hierfür konnte bisher nicht gefunden werden.

Drei Therapieformen kamen zur Anwendung:

die konservative Methode mit Oberärmgips bei den unverschobenen Frakturen in 35 Fällen (39,3%),

die percutane Bohrdrahtosteosynthese in 28 Fällen

(31,5%), und die offene Reposition mit Kirschnerdrahtfixation in 20 Fällen (22,5%), 6 Kinder wurden sekundär operativ versorgt (6,7%).

Die Geschlechtsverteilung Buben zu Mädchen betrug 47:42 (52,8% : 47,2%). Die Kinder waren zum Zeitpunkt der Fraktur zwischen 7 Tage und 14 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 7 Jahre, mit Altersgipfel bei 6,5 Jahren. Das Verhältnis linker zu rechtem Arm betrug 60:29 (67,4% : 32,6%). 92,1% der Frakturen ereigneten sich beim Spiel oder in der Freizeit.

Bei 15 Patienten (16,9%) wurden eine oder mehrere Nachrepositionen notwendig. Es fanden sich zudem 5 Pseudarthrosen (5,6%), 5 Cubitus-varus (5,6%) und 1 Cubitus-valgus-Fehlstellungen (1,1%), die operativ korrigiert wurden. In 6 Fällen (6,7%) lag ein Dreh- bzw. Rotationsfehler des Ellbogengelenks vor.

Bei 18 Patienten fanden sich insgesamt 25 Nervenläsionen; 15 mal war der N. ulnaris, 2 mal der N. medianus und 8 mal der N. radialis betroffen. Dabei fielen allein 16 Nervenläsionen bei 12 Kindern auf den Typ III (nach *Baumann*) der supracondylären Humerus-Frakturen. Hierin kann ein direkter Zusammenhang zwischen den vermehrten Nervenverletzungen und der Zunahme der Frakturen des Typs III gesehen werden.

Bei den 6 primären Nervenläsionen entstanden die Funktionsausfälle durch Dislokation, Reposition und Kirschnerdrahtverletzung.

Bei den 19 sekundären Läsionen war die häufigste Ursache die Einmauerung des Nerven durch Narbengewebe, gefolgt von Calluswucherungen und Gelenkfehlstellungen.

In 12 Fällen mußte wegen der sekundären Paresen eine Neurolyse mit Verlagerung des N. ulnaris vorgenommen werden. 2 mal wurde der N. ulnaris prophylaktisch aus dem Sulcus verlagert.

Es traten 3 Gefäßkompressionen auf, die aber in keinem Fall zu einer Ischämie mit Nekrosen oder gar zur *Volkmann'schen* Kontraktur führten.

8. LITERATURVERZEICHNIS

Baumann, E. Spezielle Frakturen- und Luxationslehre,
Band II/1 Ellbogen

Thieme, Stuttgart (1965)

Blount, W.P. Knochenbrüche bei Kindern

Thieme, Stuttgart (1957)

Böhler, J. Gedeckte Bohrdrahtosteosynthese kindlicher
supracondylärer Oberarmbrüche

Chir. Praxis 3, 397 (1959)

Böhler, J. Ulnarisschädigung nach percutaner Bohr-
drahtosteosynthese der supracondylären
Oberarmbrüche

Zbl. Chir. 90, 138 (1965)

Böhler, L. Behandlung der supracondylären Oberarm-
brüche bei Kindern und Jugendlichen

M Schr. Unfallheilk. 64, 1 (1961)

Braunsdorf, M. Die Behandlung von Komplikationen bei der
Konradt, J. supracondylären Humerus-Fraktur des Kindes
Waldschmidt, J.

Z. Kinderchir. 23, 2 (1978)

- Burri, C.
Rüter, A.

Distale Humerus-Frakturen

akt. traumatol. 8 (1978)
- Compere, E.L.
Banks, S.W.
Compere, C.L.

Frakturenbehandlung

Thieme, Stuttgart (1966)
- Cotta, H.
Puhl, W.
Martini, A.K.

Über die Behandlung knöcherner Verletzungen
des Ellbogengelenkes im Kindesalter

Unfallheilkunde 82, 2 (1979)
- Dentler, H.E.

Die supracondyläre Humerus-Fraktur im
Kindesalter

Diss. (1974)
- Draenert, K.
Allgöwer, D.
Meyer, St.
Willenegger, H.

Die Verletzungen des distalen kindlichen
Humerus

Z. Kinderchir. 23, 2 (1978)
- v. Ekesparre, W.

Die Behandlung der supracondylären Humerus-
Fraktur

Z. Kinderchir. 23, 2 (1978)
- Feldkamp, G.
Daum, R.
Bock, Ch.

Supracondyläre Humerus-Frakturen im Kindes-
alter unter besonderer Berücksichtigung
der Spätergebnisse

Z. Kinderchir. 23, 2 (1978)

- Heberer, G.
Köle, W.
Tscherne, H. Chirurgie
Springer (1977)
- Helbig, D. Chirurgische Pädiatrie
Schattauer, Stuttgart (1974)
- Höllwarth, M.
Hausbrandt, D. Zweiteingriffe nach supracondylären Humerus-
Frakturen
Z. Kinderchir. 23, 2 (1978)
- Hüetlin, J. Die supracondyläre Humerus-Fraktur
Z. Kinderchir. 23, 2 (1978)
- Izadpanah, M. Die modifizierte Blountsche Methode bei
supracondylären Humerus-Frakturen im Kindes-
alter
Arch. Orthop. Unfall-Chir., 77 (1973)
- Jahna, H.
Wittich, H. Konservative und operative Behandlung von
supra- und diacondylären Oberarmbrüchen
Actuelle Chir. 8 (1973)
- Kamprath, P. Ein einfaches Verfahren zur Einrichtung
und zum Festhalten schwerer supracondylärer
Oberarmbrüche beim Kinde.
Chirurg 23, 110 (1952)

- Kapral, W. Behandlungsergebnisse nach Bohrdrahtfixation
supracondylärer Oberarmbrüche bei Kindern

Chir. Praxis 24 (1978)
- Kocher, Th. Beiträge zur Kenntnis einiger praktisch
wichtiger Frakturformen

Basel und Leipzig (1896)
- Konradt, J.
Braunsdorf, M.
Waldschmidt, J. Begleitverletzungen und Komplikationen bei
der supracondylären Humerus-Fraktur im
Kindesalter

Med. Welt 27 (1976)
- Kuner, E.H.
Weyand, F. Indikation zur operativen Behandlung kind-
licher Frakturen

Act. Traumat. 1 (1971), Thieme Stuttgart
- Kutscha-Lissberg
Rauhs, R.
Wagner, M. Behandlungsergebnisse von 136 supracondylären
Humerus-Frakturen im Wachstumsalter

Z. Kinderchir 23, 2 (1978)
- v. Laer, L. Posttraumatische Fehlstellungen und Wachs-
tumsstörungen nach Ellbogenverletzungen im
Kindesalter

Z. Kinderchir. 24, 1 (1978)

- Lubinus* Über den Entstehungsmechanismus und die
Therapie der supracondylären Humerus-Fraktur

Dtsch. Z. Chir. 186, 289 (1924)
- Matzen, P.F.* Traumatische Veränderungen im Bereich des
Ellbogengelenks

Spezielle Orthopädie, Obere Extremität
Thieme, Stuttgart (1959)
- Mittelmeier, H.* Die Verletzungen des Ellbogengelenk

Orthopäd. Praxis 4/III (1967)
- Mittelmeier, H.* Die Folgezustände nach kindlichen Ellbogen-
verletzungen

Verh. DGOT, Stuttgart (1970)
- Morger, R.* Frakturen und Luxationen am kindlichen
Ellbogen

Karger, Basel (1965)
- Niederecker, K.* Lähmungen der oberen Extremität

Spez. Orthopädie, Obere Extremität
Thieme, Stuttgart (1959)

Panitz, K.
Neundörfer, B.
Piotrowski, W.

Die Prognose von Nervenverletzungen bei
Humerus-Frakturen

Chirurg. 46, 392 (1975)

Rehn, J.
Labitzke, R.

Die Osteosynthese im Schulter- und Ellen-
bogenbereich im Kindesalter

Akt. Traumatologie 4 (1974)

Reiser, H.

Die distale Humerus-Fraktur im Kindesalter

Diss. (1978)

Sauer, H.-D.
Mommsen, U.
Stammer, H.-J.

Die Fraktur des radialen Oberarmkondylus im
Kindesalter

Z. Kinderchir. 24, 2 (1978)

Schmelzeisen, H.
Furche, A.
Kunz, W.

Differenzierte Behandlung der supracondylären
kindlichen Humerus-Fraktur

Akt. Traumatologie 5, 305 (1975)

Sobotta, J.
Becher, H.

Atlas der Anatomie des Menschen

Band III, Urban & Schwarzenberg (1973)

Teutsch, W.
Schmidt, H.

Nachuntersuchungsergebnisse konservativ
behandelter supracondylärer Humerus-Frakturen
bei Kindern

Zb. Chir. 92, 2874 (1967)

Vollmar, D.
Hecht, L.
Groitzl, H.
Willital, G.

Die Behandlung der supracondylären Humerus-
Fraktur bei Kindern

Akt. Traumatol. 8, 91 (1978)

Weller, S.

Konservative oder operative Behandlung von
supracondylären Oberarmfrakturen

Akt. Traumatologie 4 (1974)

Wessely, J.
Decker, S.

Beitrag zur Behandlung supracondylärer
kindlicher Oberarmfrakturen

Unfallheilkunde 81, 618 (1978)

Zimmermann, H.-G. Percutane Spickdrahtosteosynthese der supra-
condylären Humerus-Frakturen im Kindesalter

Chirurg 49, 248 (1978)

9.

LEBENS LAUF

geb. : 16.12.1948 in Solingen
Mutter : Erika Petri
Vater : Reinhold Will, Maschinenbauingenieur
01.04.1955 : Volksschule Wuppertal-Vohwinkel
20.04.1960 : Staatliches Gymnasium Siegburg
30.05.1968 : Abitur
Staatliches Friedrich-Wilhelm-Gymnasium
Köln
01.10.1968 : Bundeswehr
01.10.1970 : Architekturstudium an der TU München
02.05.1974 : Medizinstudium an der LMU München
27.08.1976 : Ärztliche Vorprüfung
26.08.1977 : I. Ärztliche Prüfung
14.03.1980 : II. Ärztliche Prüfung
07.04.1981 : III. Ärztliche Prüfung (schriftl. Teil)
29.04.1981 : mündl. Teil
seit 18.5.1981: Assistenzarzt für Chirurgie
Krankenhaus Martha-Maria, Soln

